

SÉRIE N° 59
N° D'ORDRE : 165

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. Maurice SLANSKY

PREMIÈRE THÈSE :

Contribution a l'Étude Géologique du Bassin sédimentaire côtier
du Dahomey et du Togo

DEUXIÈME THÈSE :

Propositions données par la Faculté

Soutenues publiquement le 21 décembre 1959 devant la Commission d'examen

JURY

MM. M. ROUBAULT	Président
J. HILLY	} Examinateurs
A. BERNARD	
G. MILLOT	Membre invité

SÉRIE N° 59
N° D'ORDRE : 165

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. Maurice SLANSKY

PREMIÈRE THÈSE :

Contribution à l'Étude Géologique du Bassin sédimentaire côtier
du Dahomey et du Togo

DEUXIÈME THÈSE :

Propositions données par la Faculté

Soutenues publiquement le 21 décembre 1959 devant la Commission d'examen

JURY

MM. M. ROUBAULT	Président
J. HILLY	} Examineurs
A. BERNARD	
G. MILLOT	Membre invité

Université de NANCY - Faculté des Sciences



Doyen : M. URION

Assesseur : M. ECHEVIN

Doyens honoraires : MM. CORNUBERT, DELSARTE

Professeurs honoraires : MM. DARMOIS, GUTTON, CROZE, RAYBAUD, FALLOT, LAFFITTE, LERAY, DONZELOT, JOLY, LAPORTE, EICHORN, CAPELLE, GODEMENT, DUBREIL, SCHWARTZ, DIEUDONNÉ, DE MALLEMANN, LONGCHAMON, OLMER, DODE, GAUTHIER, CORNUBERT.

Maîtres de conférences honoraires : MM. RAUX, LIENHART

PROFESSEURS

MM. CHEVALIER, Physique.

URION, Chimie biologique.

DELSARTE, Analyse supérieure.

RÉMY, Zoologie.

ROUBAULT, Géologie.

VEILLET, Biologie animale.

ECHEVIN, Botanique.

WAHL, Chimie orga. indus.

BARRIOL, Chimie théorique.

BIZETTE, Physique.

GUILLIEN, Electronique.

GIBERT, Chimie phys. et électro.

HERVÉ, Calcul diff. et intégral.

LEGRAS, Mécanique rationnelle.

DAVID, Chimie organique.

BOLFA, Minéralogie.

NICLAUSE, Chimie.

FAIVRE, Physique appliquée.

AUBRY, Chimie minérale.

COMOLET, Mécanique physique.

DUVAL, Génie chimique.

COPPENS, Radiogéologie.

SUHNER, Physique expérim.

FRUHLING, Radiotechnique.

LIONS, M.M.P.

HILLY, Géol. de la Lorraine.

LE GOFF, Génie chimique.

MAITRES DE CONFERENCES

MM. WERNER, Botanique.

GAYET, Physiologie.

MANGENOT, Phytopathologie.

GARNIER, Agronomie.

BRUHAT, Maths générales.

CHAPON, Chimie biologique.

HADNI, Physique.

GOSSE, Génie chimique.

BONVALET, Mécanique appl.

BASTICK, Chimie.

MALAPRADE, Chimie.

REGNIER, Physico-chimie.

KERN, Minéralogie.

WEPPE, Minéralogie appliquée.

LERMUSIAUX, Phys. de l'état métall.

BERNARD, Géologie.

ARAGNOL, Mathématiques.

M^{me} ROIZEN, Physique.

MM. RENARD, Physique théorique.

CONDE, Zoologie.

Secrétaire : M. LAPOINTE.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DU BASSIN SÉDIMENTAIRE CÔTIER
DU DAHOMEY ET DU TOGO

par

M. Maurice SLANSKY

S O M M A I R E

Avant-Propos	9
<i>Première partie : GÉNÉRALITÉS</i>	13
I. — Cadre géographique	13
II. — Généralités géologiques	22
<i>Deuxième partie : ETUDE STRATIGRAPHIQUE ET STRUCTURALE</i>	27
I. — Le socle ancien	27
II. — Etude stratigraphique de la couverture sédimentaire	32
<i>Troisième partie : ETUDE PÉTROGRAPHIQUE</i>	179
I. — Roches siliceuses détritiques	179
II. — Roches argilo-marneuses	190
III. — Roches phosphatées	197
IV. — Relations entre le phosphate et les minéraux argileux	203
V. — Roches calcaires	205
VI. — Conclusion	208
<i>Quatrième partie : HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN</i>	211
I. — Méthodes	211
II. — Interprétations paléogéographiques	219
<i>Cinquième partie : CONCLUSION GÉNÉRALE</i>	229
Bibliographie	237
Planches hors-texte	243
Table des figures	261
Table des planches photo	263
Table des matières	265



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555807_0043

AVANT-PROPOS

Lorsque me fut confiée, en 1950, l'étude du Bas-Dahomey, la formation d'ingénieur reçue à l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie appliquée et de Prospection minière, diverses circonstances dont la nécessité de confirmer aux yeux de tous l'intérêt des études géologiques, m'ont amené à me préoccuper surtout de géologie appliquée : recherches d'eau, recherches de substances utiles, problèmes de travaux publics. Mais il est rapidement apparu que certaines de ces recherches ne pouvaient être menées à bien sans études stratigraphiques très précises, nécessitant l'emploi de techniques multiples, notamment du domaine de la paléontologie, de la micropaléontologie, de la pétrographie. Et de cette façon s'est révélée la possibilité de faire une étude synthétique détaillée de l'ensemble du bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo, telle qu'elle est présentée ici.

Cependant une telle étude n'aurait pu être réalisée si je n'avais eu la chance de bénéficier de nombreux concours, et je tiens à apporter le témoignage de ma gratitude à tous ceux grâce à qui j'ai pu faire ce travail.

Je pense d'abord, et avant tout, à M. le Professeur ROUBAULT et à tous mes éducateurs de l'E. N. S. G. qui, au cours des trois années passées à Nancy, m'ont, non seulement dispenser l'enseignement nécessaire, mais encore m'ont révélé des façons de réfléchir, de juger, d'agir, qui n'ont jamais cessé de m'être utiles ensuite.

Je pense également à ceux qui, au cours de mon séjour en Afrique, ont facilité mon travail : MM. MURART, GADILHE, MARVIER, SALA, Directeurs des Mines ou Conseillers à la Géologie et à la Prospection minière, qui m'ont laissé toute latitude pour exécuter ces recherches passionnantes, et surtout M. BLANCHOT, Chef de la Division géologique du Service de Géologie et de Prospection minière, qui m'a toujours encouragé à rédiger ce mémoire, m'a laissé tout le temps nécessaire pour le faire et m'a procuré les moyens correspondants; mon collègue et ami J. MARCHAND qui a bien voulu me remplacer dans la surveillance des sondages du Dahomey au cours d'un de mes congés, tout en me laissant le bénéfice de l'exploitation des résultats obtenus; les Ingénieurs adjoints VYAIN et SAYOL qui m'ont assisté au cours de mes recherches de phosphate; M. le Gouverneur BONFILS et la plupart des Administrateurs ayant exercé au Bas-Dahomey, dont l'intervention a permis souvent de résoudre rapidement et agréablement des problèmes matériels.

Je pense encore à tous ceux qui ont bien voulu examiner mes échantillons : M. le Professeur MILLOT, dont je fus l'élève lorsqu'il était à Nancy, qui n'a jamais manqué d'accompagner les déterminations de minéraux argileux faites dans son laboratoire de Strasbourg, de commentaires extrêmement précieux, et a souvent attiré mon attention, au moment oppor-

tun, sur des points essentiels des problèmes qui m'étaient posés; M. LYS, Chef du laboratoire de micropaléontologie de l'Institut français du Pétrole, dont les nombreuses déterminations de microfaune ont, dans cette étude, un rôle prépondérant; le Centre d'Etudes et de Documentation paléontologiques, dirigé par M. ROGER, auquel je dois toutes les déterminations de macrofaune; les Ingénieurs chimistes du Service de Géologie et de Prospection minière, responsables des analyses chimiques; mes collègues G. ROCCHI, R. DARS, J. SOUGY qui ont bien voulu donner leur opinion au sujet de quelques-unes de mes lames minces; C. MONCIARDINI, qui a complété l'étude de la microfaune.

Je ne saurais non plus oublier tous ceux avec qui j'ai eu l'occasion de collaborer : MM. ROUCHON, GARY, SIFRE, Chefs successifs du Service des Mines du Dahomey; M. DOMENEGO, Chef de la Section de l'Hydraulique; M. LEPETIT, Ingénieur principal du Service des Travaux publics; MM. MAUGIS et JACQMIN, de la Mission de Préreconnaissance pétrolière en A. O. F.; MM. LAMBERT, MOINE, VEUX, du Bureau minier de la France d'Outre-Mer; les ingénieurs et sondeurs de la Société africaine de Sondages, Injections, Forages; les géologues de la Société africaine des Pétroles.

Cependant, si c'est au Dahomey et à Dakar qu'ont été rassemblés les éléments de ce mémoire, c'est à mon retour en France en 1959, qu'il a pris progressivement sa forme définitive. Dans cette seconde phase de travaux, MM. SALA, BLANCHOT, OBERMULLER ont bien voulu accepter de prolonger mon séjour en France au delà de la limite de mon congé; M. ROUBAULT m'a réservé le meilleur accueil à Nancy et m'a procuré toute l'aide nécessaire dans une Ecole de Géologie considérablement agrandie où la parfaite organisation et l'atmosphère agréable ne peuvent mener qu'à l'efficacité; MM. BERNARD et HILLY ont multiplié les conseils et critiques constructives et n'ont pas ménagé les efforts en ma faveur; j'ai trouvé à l'Université de Strasbourg, auprès de M. MILLOT, également un accueil très sympathique et les renseignements et conseils les plus précieux. Je leur suis à tous, profondément reconnaissant.

Je tiens enfin à remercier vivement MM. CUNY, BAUER et KOINE qui ont participé activement à Nancy, à la réalisation matérielle de ce mémoire.

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

Cette étude intéresse l'ensemble du bassin sédimentaire du Dahomey-Togo, mais, en fait, elle est surtout axée sur le Bas-Dahomey. En effet, le Togo n'était pas, comme le Dahomey, rattaché administrativement à l'A. O. F., et je n'ai pu lui consacrer qu'un temps limité. Aussi, une part des interprétations géologiques relatives au Bas-Togo est dûe à des extrapolations faites à partir des résultats obtenus au Dahomey.

I. — CADRE GÉOGRAPHIQUE

1. — Localisation

La région étudiée est comprise entre les méridiens 1° 05' et 2° 48' E et les parallèles 6° 10' et 7° 30' N. Elle est limitée au Sud par l'Océan atlantique, à l'Ouest par le Ghana, à l'Est par la Nigéria, ainsi que le montre la figure I. La limite nord est géologique : ce sont les formations cristallines étudiées par P. AICARD (1953) et R. POUGET (1955).

La superficie du bassin est d'environ 16 000 km².

2. — Documents topographiques

La documentation topographique utilisable dans la région a considérablement évolué au cours de ces dernières années. Au début de mes travaux, je ne disposais que d'une feuille au 1/500 000 imprécise et de quelques feuilles au 1/100 000 très incomplètes (sauf celles des

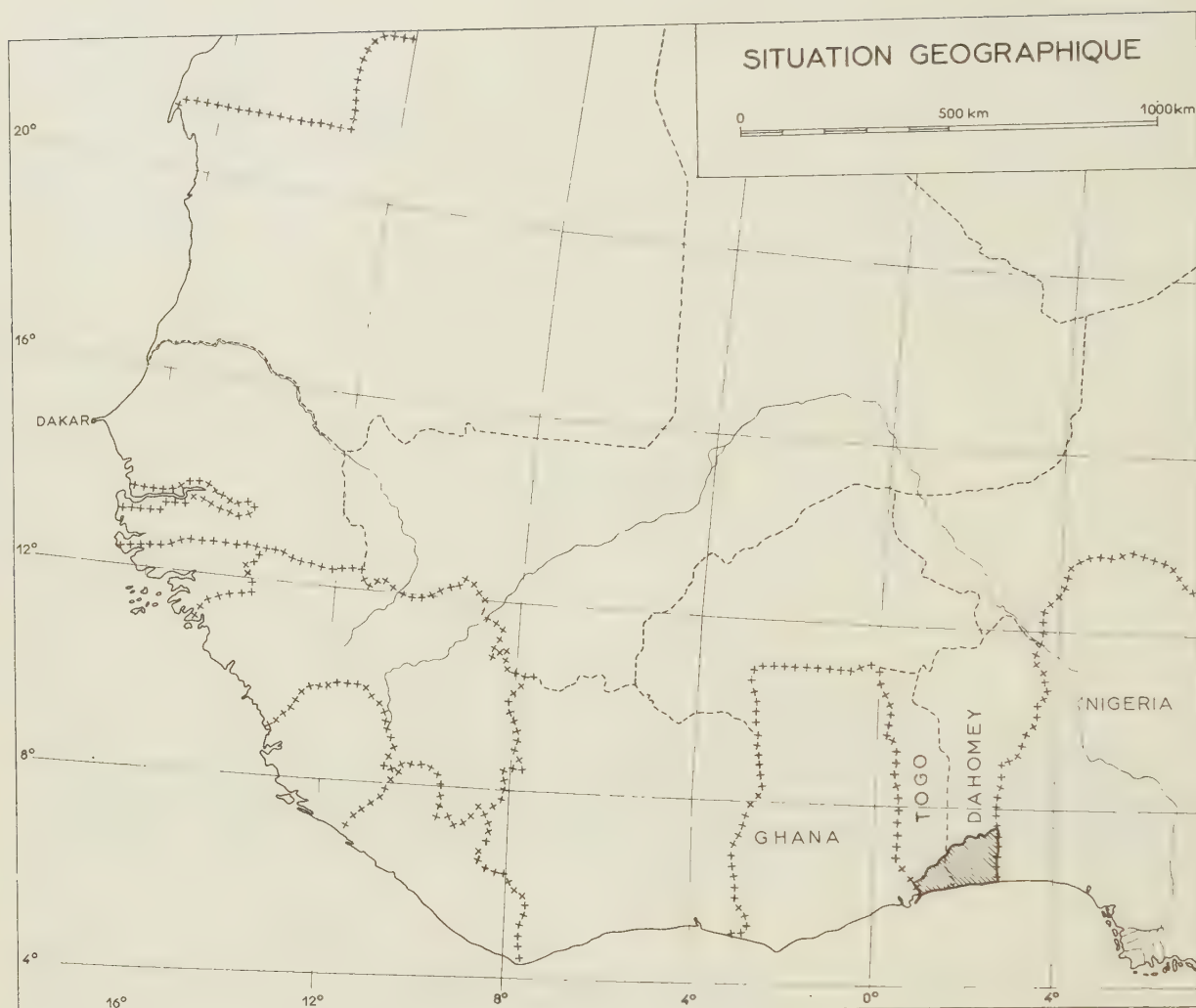


FIG. 1. — Localisation de la région étudiée

régions de Porto-Novo et Cotonou rééditées en 1943). Au Togo existaient d'anciennes cartes allemandes.

Heureusement, la section topographique du Dahomey avait dessiné une carte routière au 1/200 000 qui, malgré ses inexactitudes, m'a été très utile, au moins au début.

Par la suite, j'ai pu bénéficier de l'aide de divers documents nouveaux : levé de l'itinéraire routier Ouidah-Bohicon par la Compagnie Générale de Géophysique (C.G.G.), levés Pobé-Kétou et Cotonou-Bohicon par la Section topographique du Dahomey, nivellement de précision de l'I.G.N. partant de Lomé et passant par Cotonou, Porto-Novo, Adjohon, Sagon, Zagnanado, Bohicon, Dan etc...

En 1954 ont paru les premières feuilles au 1/50 000 de l'I.G.N., d'après photos aériennes. Il n'en existe malheureusement que cinq pour le moment : Parahoué (NB 31 XIV 4c), Dogbo tota (NB 31 XIV 4d), Affamé (NB 31 XV 3d), Ouagbo (NB 31 XV 3c), Zagnanado (NB 31 XXI 1b). Une carte au 1/50 000 de la vallée de l'Ouémé a été également dessinée d'après photos aériennes par la Mission d'Etude de l'Ouémé. Enfin, en 1957, est sortie la feuille Lomé au 1/200 000.

Tous ces documents, joints à de nombreux levés personnels, à des levés topographiques du Bureau Minier de la F.O.M., ont permis de dessiner la carte au 1/200 000 sur laquelle sont reportés les contours géologiques. Il est évidemment regrettable que la couverture complète au 1/50 000 en courbes de niveaux n'ait pas été réalisée avant la fin de cette étude.

3. — Régions naturelles

Le schéma morphologique de la figure 2, au relief considérablement exagéré, indique les divers ensembles géographiques : une série de plateaux séparés entre eux par les vallées des principaux cours d'eau et répartis de part et d'autre d'une grande dépression médiane. Une zone littorale basse complète l'ensemble.

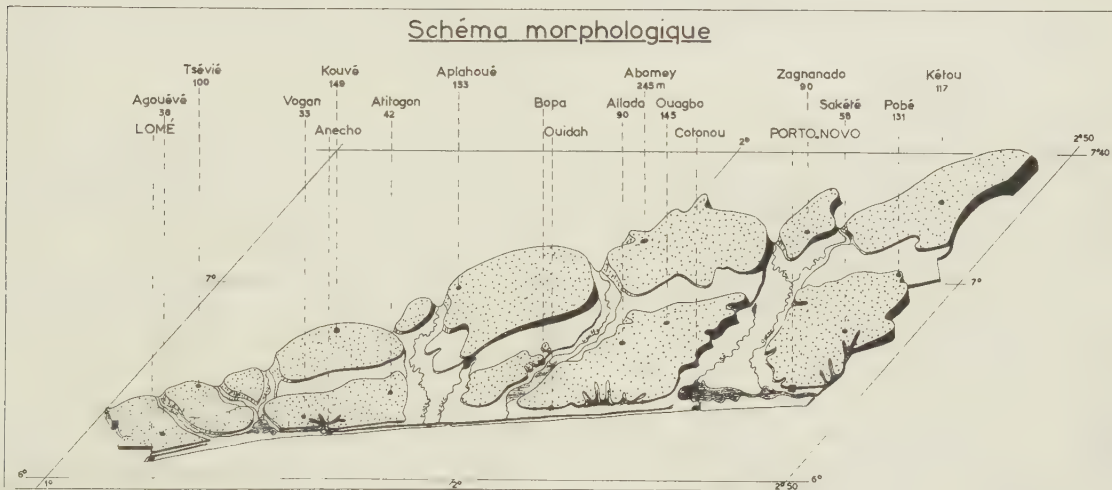


FIG. 2. — Répartition des unités géographiques

a) Les plateaux

La dépression médiane, appelée généralement dépression de la Lama, permet de séparer les plateaux en deux groupes : plateaux du Nord et plateaux du Sud, qui se rejoignent au Togo.

Plateaux du Nord

Ils comprennent d'Est en Ouest, les plateaux de Kétou, Zagnanado, Abomey, Aplahoué (ex Parahoué), Kouvé et Tsévié. Ces plateaux dominent au Nord la pénéplaine précambrienne et se terminent là par une pente assez forte. Au contraire, vers le Sud, le raccord avec la dépression de la Lama est beaucoup plus progressif. On relève sur ces plateaux les altitudes suivantes : 117 m à Kétou, 90 m à Zagnanado, 245 m à Abomey, 153 m à Aplahoué, 149 m à Kouvé, 100 m à Tsévié.

Le sol sablo-argileux brun-rouge qui recouvre les plateaux est appelé localement « terre de barre ». Au Dahomey seulement, on note, dans la partie méridionale des plateaux, des formations superficielles à gravillons latéritiques qui se soudent parfois en véritables cuirasses.

Parmi la végétation, le palmier à huile est largement répandu, avec des cultures intercalaires fréquentes : manioc, haricot, arachide et même mil sur le plateau d'Abomey. Dans la

région de Kouvé, au Togo, on rencontre quelques plantations de café. Dans la région de Kétou, on peut voir les vestiges d'une grande forêt que de nombreux brulages ont souvent transformée en savane arborée.

Plateaux du Sud

Ce sont les plateaux de Sakété, Allada, Bopa, Vogan-Atitogon, Agouévé. Les contacts avec la dépression de la Lama, au Nord, sont soulignés par des dénivellations brusques, alors que vers le Sud l'altitude décroît plus graduellement. Cependant la limite avec la zone basse littorale est souvent assez bien marquée. Les altitudes sont généralement inférieures à celles des plateaux du Nord, mais on relève tout de même des cotes de 140 m au Sud de Pobé et de 145 m à Ouagbo.

Ces plateaux sont également le domaine de la « terre de barre » (du portugais *terra barro* signifiant terre argileuse) et du palmier à huile. Les cultures saisonnières sont surtout orientées vers le manioc et le maïs; Allada est un centre de culture de café.

b) La dépression médiane, ou dépression de la Lama

Cette dépression, due à l'érosion, est formée par une bande orientée W.SW-E.NE, dont la largeur maximum est de l'ordre de 25 km. Elle est beaucoup mieux marquée au Dahomey qu'au Togo où elle tend à disparaître. C'est une zone assez basse où les altitudes restent généralement comprises entre 20 et 60 m.

La dépression de la Lama doit son nom à son sol argileux qui reste détrempé et boueux en saison des pluies (en portugais *lama* signifie boue). L'eau stagne pendant plusieurs mois chaque année dans les zones basses et, en dehors de la pleine saison sèche, la circulation est très difficile dans cette région.

Le nom de « Lama », que l'on a coutume de généraliser, correspond plus particulièrement à la région située au Sud du plateau d'Abomey. Au Sud de Kétou, la dépression, habitée par des Hollis, prend le nom de « Hollidjé »; au Sud du plateau d'Aplahoué, on l'appelle encore « pays des Tchis » ou parfois « Tchi ».

La dépression de la Lama *sensu lato* comporte d'excellents sols de culture sur lesquels une population disséminée obtient deux récoltes de maïs par an. On y rencontre aussi des plantations de coton et quelques palmiers à huile qui sont ici destinés surtout à la production du vin de palme. Au Sud du plateau d'Abomey, on remarque encore deux belles forêts entretenues par le service des Eaux et Forêts.

c) Les cours d'eau

Les cours d'eau qui traversent le bassin suivent des directions voisines du N-S ou du NW-SE et sont d'importance très inégale.

L'Ouémé est le fleuve le plus important; il pénètre dans le bassin au NE de Zagnanado puis reçoit le Zou à la hauteur du 7^e parallèle. Après de nombreux méandres, il se jette dans la lagune de Porto-Novu.

Le lac H'lan, long d'environ 3 km et large de quelques centaines de mètres, est situé à 8 km à l'Ouest de l'Ouémé, au niveau du parallèle 6° 56'. Ce lac est alimenté par une zone marécageuse liée d'une part au Zou et à l'Ouémé, mais servant d'autre part de déversoir à la rivière H'lan, issue de l'importante source de Zado située dans la partie méridionale du plateau d'Abomey. Le lac H'lan donne à son tour naissance à la Sô qui développe ses méandres vers le Sud, parallèlement à l'Ouémé, et se jette ensuite dans le lac Nokoué, près du village lacustre de Ganvié.

La Sô et l'Ouémé communiquent de façon plus ou moins permanente par plusieurs chenaux et des marécages. L'ensemble forme une large vallée alluvionnaire, sorte de delta dont la largeur atteint 20 km au Nord du lac Nokoué.

Le Zou, l'Ouémé et la Sô sont des cours d'eau permanents; mais leur débit diminue considérablement en saison sèche, de grands bancs de sable apparaissent et le passage des pirogues est rendu difficile en de nombreux endroits. Par contre, les crues, qui ont généralement lieu de juillet à novembre, sont très importantes et la majeure partie de la vallée est inondée. Une « Mission d'Etude de l'Ouémé » a tenté, au cours de ces dernières années, d'aménager et de mettre en valeur ces terrains périodiquement recouverts. Mais elle s'est heurtée à des obstacles considérables liés à l'appartenance des terrains, à l'impossibilité de régulariser les crues par des ouvrages simples, à l'acidité des terres de l'extrême Sud de la vallée, etc...

Le Couffo est d'importance bien moindre. Il est très réduit en saison sèche et son cours est même parfois discontinu dans le Nord du bassin. En saison des pluies, par contre, il s'étale assez largement en bordure du plateau d'Allada. Le Couffo se jette dans le lac Ahémé, au NE de Bopa.

Le Mono est, dans l'ordre d'importance, le second cours d'eau du bassin. Il est permanent mais son débit varie considérablement entre la saison sèche et la période de crue. Le Mono traverse le bassin avec de très nombreux méandres et se jette dans la lagune de Grand Popo. Dans la région étudiée, il sert de frontière entre le Togo et le Dahomey.

Au Togo, le lac Togo reçoit trois cours d'eau : *le Haho, la Lili et le Sio*. Ils n'ont que très peu d'eau en saison sèche.

d) *Zone littorale*

La zone littorale forme une bande continue dont la largeur croît régulièrement d'Ouest en Est : elle est de l'ordre de 2 km à Lomé, diminue près d'Anecho, augmente ensuite considérablement dans la région du lac Ahémé et, après un léger rétrécissement près de Ouidah, conserve une largeur de l'ordre de 5 km jusqu'aux abords du lac Nokoué, pour dépasser 10 km au Sud de Porto-Novo.

Un cordon littoral sableux, alimenté en sable par un courant marin venant de l'Ouest, marque le contact de cette région avec la mer et isole derrière lui un système de lagunes. Parfois, la zone littorale est simplement formée, comme à Lomé par exemple, d'une lagune limitée au Sud par un seul cordon littoral; mais, souvent, on rencontre deux ou trois cordons sableux parallèles limitant plusieurs lagunes ou zones marécageuses. Les lagunes sont de deux types :

— Le premier type comporte des lagunes parallèles à la côte, en arrière du cordon littoral, formant une bande continue depuis Lomé jusqu'à la région de Cotonou. Elles sont très peu profondes.

— Le second type comprend des lagunes situées plus en arrière et pénétrant assez profondément à l'intérieur des terres. Elles sont le déversoir des différents cours d'eau cités plus haut. Certaines d'entre elles prennent de l'importance : lagune de Porto-Novo, lac Nokoué, lac Ahémé, lagune Wo, lac Togo. Leur profondeur reste généralement inférieure à 1 ou 2 m; exceptionnellement on note des profondeurs supérieures à 3 m dans le lac Nokoué et atteignant même 6 m dans le chenal de Cotonou.

Toutes ces lagunes communiquent entre elles mais ne sont directement en contact avec la mer qu'en de rares points. La « bouche du roi » (interprétation phonétique du portugais « boca del rio »), à l'Est de Grand Popo, est une ouverture permanente mais change souvent de place. La communication par le chenal de Cotonou n'est que périodique naturellement, mais elle est

souvent provoquée. A Anecho, la mer franchit parfois le cordon littoral à marée haute. Enfin, la lagune de Porto-Novo communique avec la mer à Lagos, en Nigeria.

En saison sèche, les lagunes subissent l'influence de la mer et, par exemple, la marée se fait sentir dans l'Ouémé jusqu'au parallèle 6° 38 environ et l'eau est rendue impropre à la consommation à cet endroit. En saison des pluies, au contraire, les apports d'eau douce des rivières l'emportent.

4. — Climat

Le climat est du type équatorial guinéen où le soleil passe deux fois au zénith (à Cotonou le 16 avril et le 25 août) et où se manifestent deux saisons des pluies. Toutefois c'est un climat modéré assez favorable à l'homme. Cette modération peut s'expliquer, au moins en partie, par la présence d'un courant marin frais passant à proximité de la côte, par des influences de climat soudanien dévié vers le Sud à cause de la chaîne de l'Atacora (Nord Dahomey), par l'influence de l'harmattan soufflant du Nord au Sud en hiver.

a) Les températures

La figure 3, dessinée d'après des renseignements communiqués par le service météorologique du Dahomey, indique les températures à Cotonou et à Bohicon, assez représentatives de celles de l'ensemble du bassin et montrant en particulier les différences existant entre le bord de mer et l'intérieur. Les températures les plus fraîches se situent généralement en saison des pluies; mais en saison sèche, lorsque l'harmattan souffle, la température peut également s'abaisser notablement pendant quelques jours.

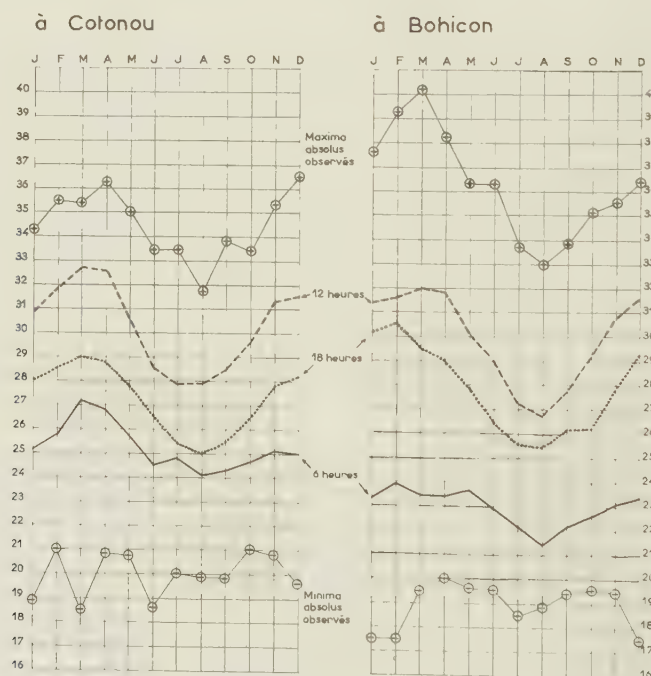


FIG. 3. — Moyennes mensuelles des températures

b) Les précipitations

Les pluies, bien qu'assez réparties dans le cours de l'année, se groupent surtout en deux saisons : une grande saison des pluies qui commence en avril-mai pour se terminer vers le 15 juillet et une petite saison des pluies qui dure du 15 septembre au 15 novembre. Mais il n'est pas rare de voir des pluies assez fortes en mars. Les figures 4 et 5, dessinées d'après des documents communiqués par les services météorologiques du Dahomey et du Togo, indiquent les répartitions des précipitations évaluées d'après des mesures faites au cours des 35 dernières années. Pour la latitude, le climat de ce bassin peut être considéré comme peu pluvieux.

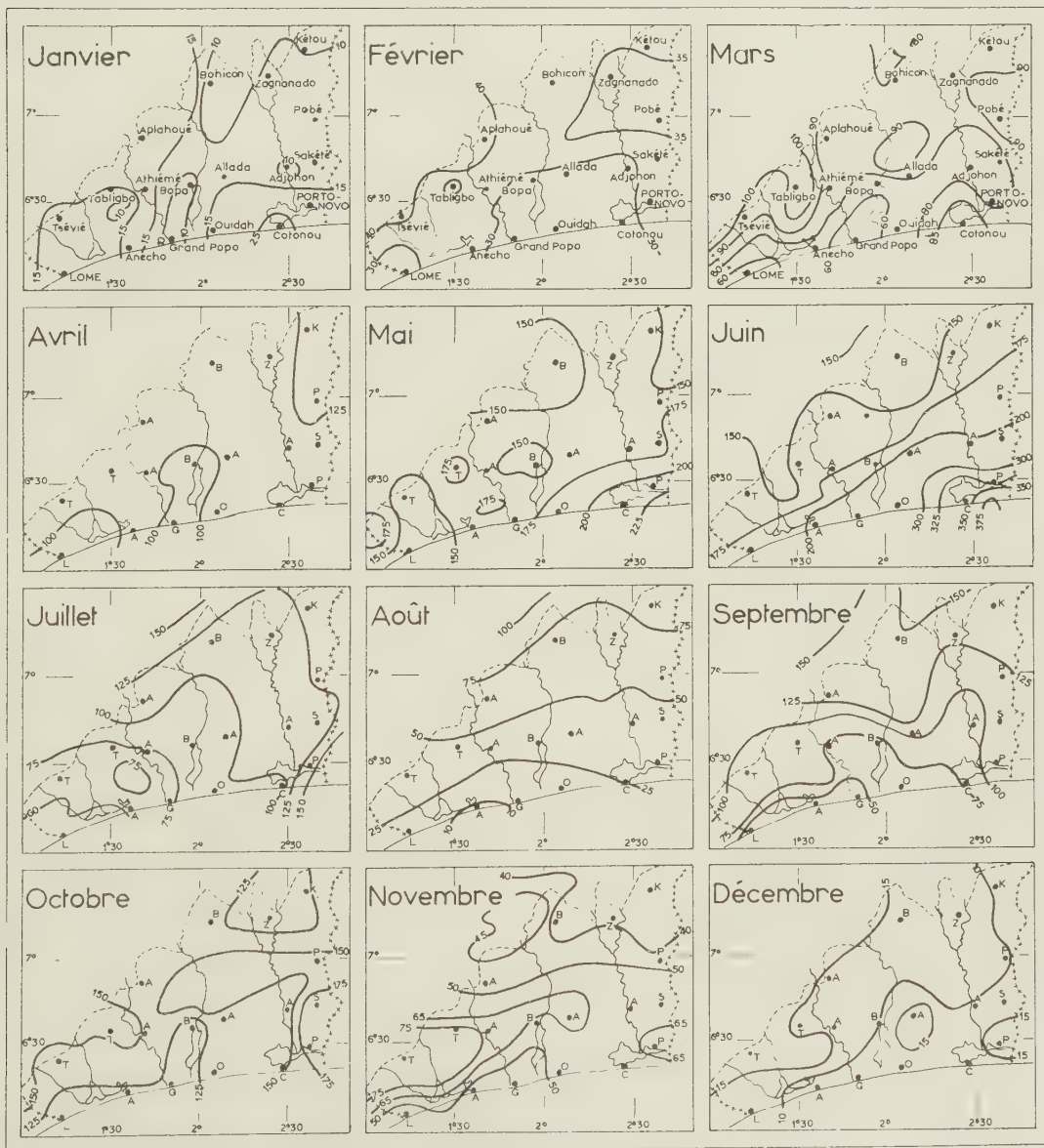


Fig. 4. — Hauteurs moyennes mensuelles des précipitations, en mm

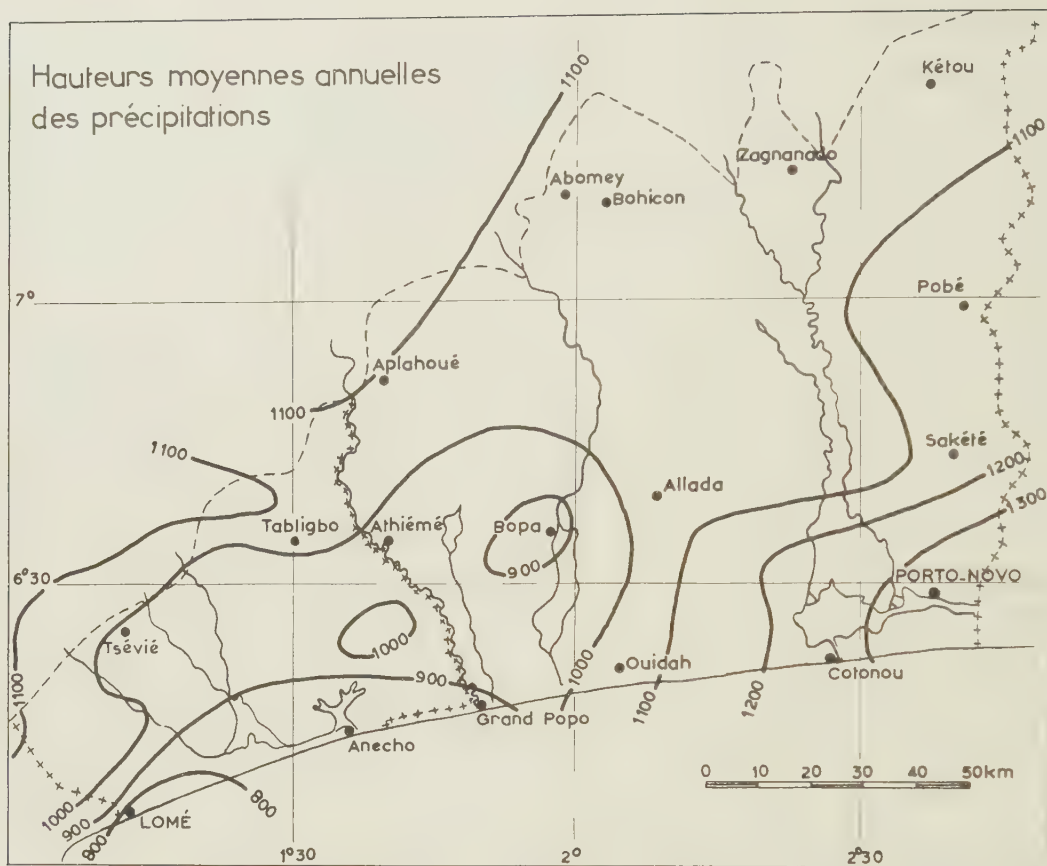


FIG. 5. — Hauteurs moyennes annuelles des précipitations, en mm

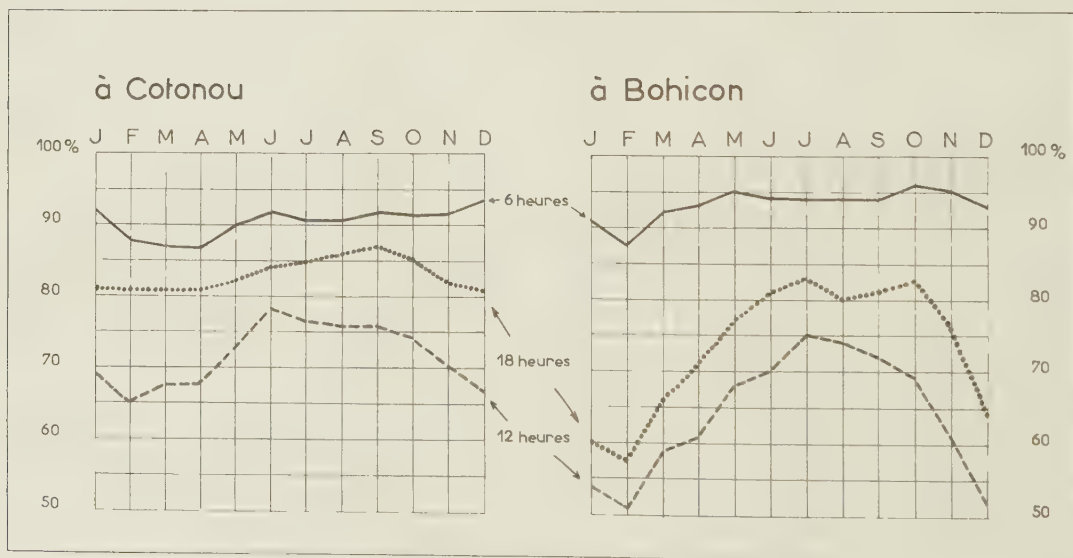


FIG. 6. — Moyennes mensuelles des humidités relatives

Les moyennes annuelles des nombres de jours de pluies varient de 50,3 pour la région de Grand Popo à 103,2 pour la région de Pobé.

c) *Humidité*

L'humidité relative reste toujours importante dans le bassin et, malgré les températures relativement peu élevées, le climat est débilitant pour l'Européen. Toutefois, des différences notables apparaissent entre la côte et l'intérieur, ainsi que le montre la figure 6, également dessinée d'après des renseignements fournis par le service météorologique du Dahomey.

5. — Géographie économique et humaine

La région étudiée est habitée par une population importante. Le Bas-Dahomey seul renferme plus d'un million d'individus et les densités de population atteignent respectivement 147 et 161 habitants au km² dans les Cercles de Porto-Novo et de Cotonou.

Les races les plus importantes sont les Nagos qui vivent surtout dans les régions de Porto-Novo, Pobé, Kétou, et les Fons, dans les régions d'Abomey, Allada, Ouidah. Plus à l'Ouest on trouve encore des Adjas, des Minas, des Ouatchis, des Ewés.

Les habitants sont essentiellement des agriculteurs, mais sur la côte, le long des lacs, au bord de l'Ouémé, les activités sont orientées vers la pêche. Dans les centres les plus importants, une partie de la main-d'œuvre est utilisée à des fins commerciales, industrielles ou de travaux publics.

Porto-Novo est la capitale du Dahomey; mais c'est surtout un centre administratif qui est dépassé en importance par Cotonou, ville commerciale au développement rapide : la population est passée de 17 199 à 57 957 entre 1944 et 1956. La troisième ville du Bas-Dahomey est Abomey (18 832 habitants en 1954), ancienne capitale du royaume d'Abomey. Ouidah vient en quatrième position avec 14 300 habitants. Au Togo, la capitale est Lomé, ville à la fois administrative et commerciale. Aneho est ensuite l'agglomération la plus importante.

Un réseau important de routes, pour la plupart bien entretenues, permet une circulation relativement facile, au moins en saison sèche. Une route réunit Lomé à la frontière de Nigéria à Igolo, en passant par Cotonou et Porto-Novo. Le tronçon de route Cotonou-Allada est également bitumé, ainsi que celui qui relie Abomey à Bohicon.

La région est traversée par plusieurs voies de chemin de fer : Cotonou-Pobé, Cotonou-Ouidah-Segboroué, Cotonou-Bohicon qui se poursuit au Nord-Dahomey jusqu'à Parakou, Lomé-Anécho, Lomé-Tsévié qui se poursuit au Nord-Togo jusqu'à Atakpamé et Blitta, enfin un tronçon de la route Lomé-Palimé.

Les échanges commerciaux intérieurs, qui intéressent le maïs, le manioc, l'igname, le poisson fumé, etc..., se font dans de multiples marchés d'importance très inégale. Les échanges commerciaux avec l'extérieur se font surtout par les wharfs de Cotonou et de Lomé en attendant que soit construit le port en eau profonde de Cotonou. Les importations de carburants se font cependant par Lagos et la lagune de Porto-Novo. Le trafic des wharfs est de l'ordre de 300 000 t/an.

Les exportations intéressent surtout l'huile de palme, les palmistes, les arachides, le coco rapé, le coprah, le café; mais le Togo espère exporter de 250 000 à 400 000 tonnes de phosphate par an au cours des prochaines années.

Les ressources actuelles ne peuvent prétendre assurer la prospérité de cette région. Un gros effort doit encore être fourni pour en créer de nouvelles.

II. — GÉNÉRALITÉS GÉOLOGIQUES

1. — Historique

La première étude géologique au Bas-Dahomey a été faite par H. HUBERT entre 1904 et 1906. Cette étude de base établit les grandes lignes de la structure géologique et fournit un certain nombre de détails précieux.

En 1925-1927, E. de CHETELAT fut chargé par le Gouverneur FOURN de rechercher les substances minérales utiles de cette région.

En 1931-1932, après la création du Service des Mines de l'A.O.F., R. PROKOPENKO reprit l'étude du Bas-Dahomey et leva la carte géologique de la moitié nord du bassin sédimentaire.

A. CHERMETTE succéda à PROKOPENKO en 1932 et termina le levé géologique de surface de cette région. Le Service Géologique put alors publier en 1933 une carte géologique au 1/500 000 du Bas-Dahomey de A. CHERMETTE et R. PROKOPENKO.

La période de guerre redonna de l'importance aux produits locaux du sous-sol et A. CHERMETTE fut envoyé de nouveau au Dahomey en 1942 pour une étude plus approfondie des formations susceptibles de contenir du lignite, du calcaire, du phosphate. A ce moment, M. SAHUC, ingénieur des Mines, préparait une recherche du lignite par sondages.

Les résultats stratigraphiques obtenus par cette « Mission des lignites » ont été partiellement exploités par A. CHERMETTE, mais c'est surtout H. BESAIRIE, en 1942-1943 qui profita au maximum de ces travaux de recherche pour établir la première interprétation stratigraphique et structurale détaillée du bassin.

En 1948, la section des Mines du Dahomey fit foncer une série de puits de recherche d'eau entre Pobé et Kétou. En même temps, eut lieu une campagne de sondages électriques de la Compagnie Générale de Géophysique (C.G.G.) orientée surtout vers l'hydrogéologie. Dans le même but, J. ARCHAMBAULT fit en 1950 un très court séjour dans le bassin.

Après le début de mes travaux, en janvier 1951, le Bas-Dahomey reçut encore plusieurs missions de recherche. En 1952, la C.G.G. procéda à une importante campagne sismique pour le compte de la Mission de Préreconnaissance Pétrolière en A.O.F. (M.P.P. A.O.F.) dirigée par P. MAUGIS. A plusieurs reprises, le Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord exécuta quelques recherches de phosphate, poursuivies de façon plus systématique en 1955-1956 par le Bureau minier de la F.O.M. (Bumifom). Enfin, en 1955, Y. CRENN, de l'Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.), procéda à de nombreuses mesures gravimétriques.

Pour le Bas-Togo, l'étude principale a été faite en 1928-1930 par N. KOURIATCHY; elle a été complétée en 1942, pour la partie paléontologique, par R. FURON. Par la suite, il faut signaler les campagnes assez rapides de A. CHERMETTE puis de P. AICARD et, en 1951, une étude hydrogéologique de J. ARCHAMBAULT. Enfin, depuis 1953, une prospection serrée de phosphate est faite par le Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord, la Société Mines et Produits Chimiques, la Société minière du Bénin.

2. — Organisation générale des travaux

A mon arrivée à Dakar, le 25 octobre 1950, M. MURART, alors Directeur des Mines de l'A.O.F., me chargea de reprendre l'étude détaillée du bassin sédimentaire du Bas-Dahomey. Cette étude s'est poursuivie pendant trois séjours : octobre 1950 à janvier 1953, septembre 1953

à mai 1956, janvier 1957 à février 1959. Les deux premiers séjours ont été presque uniquement consacrés aux travaux de terrain. Mais au cours du troisième séjour, les travaux de laboratoire m'ont retenu beaucoup plus longtemps à Dakar, n'allant faire au Dahomey qu'une série de missions assez courtes.

La région étant facile à parcourir, un petit véhicule tous terrains (Dodge 4 × 4, puis jeep Land rover) et un personnel réduit ont généralement suffi à mes travaux. Mais lorsque j'ai eu à faire de la prospection systématique de phosphate, ma mission a pris plus de volume et j'ai été assisté de deux ingénieurs adjoints, MM. VYAIN et SAYOL; plus de cinquante puisatiers travaillaient aux recherches.

Les méthodes de travail sont particulières dans ce bassin. En effet, le relief est peu accidenté, les cours d'eau déposent plus qu'ils n'érodent, des sols assez épais dissimulent les roches mères, la couverture végétale est bien développée, et les affleurements sont donc exceptionnels. Seuls des puits et des sondages permettent une bonne étude du sous-sol.

Les puits, au Dahomey surtout, sont très nombreux. Mais leur répartition est très irrégulière, les déblais correspondants ont très souvent disparu ou bien sont disposés sans ordre de sorte que la proportion des puits géologiquement exploitable est faible. Ce sont donc les puits de recherche de phosphate et de calcaire, heureusement nombreux, qui m'ont fourni les renseignements les meilleurs.

Les sondages ont été également nombreux. De 1950 à 1957, 58 sondages de recherche et d'exploitation d'eau ont été foncés dans le bassin; ils représentent environ 8 200 m forés. Ces sondages ont été exécutés par l'entreprise S.A.S.I.F. (Société Africaine de Sondages, Injections, Forages), le maître de l'œuvre étant le Chef du Service des Travaux Publics du Dahomey. J'ai assuré la surveillance d'une bonne partie d'entre eux, en liaison avec la section de l'Hydraulique.

3. — Aperçu stratigraphique et structural

a) *Résultats obtenus par les études antérieures*

A. CHERMETTE distinguait, en plus des formations alluvionnaires et littorales récentes :

— des « Formations de la Lama » argilo-marneuses et calcaires affleurant ou sub-affleurant dans la dépression de la Lama, et reposant sur le socle ancien. Ces formations étaient supposées appartenir à l'Eocène moyen.

— des « Formations des plateaux » sablo-argileuses et gréseuses constituant les plateaux du Nord et du Sud et recouvrant les formations de la Lama ou directement le socle ancien.

H. BESAIRIE distinguait également une « Série de la Lama » affleurant dans la dépression médiane; il l'a même divisée en Lama inférieur, moyen et supérieur. Mais entre le socle ancien et la série de la Lama, il a intercalé une « Série de Locogba » argileuse et sableuse qui affleure dans la partie méridionale des plateaux du Nord et dans la partie septentrionale de la dépression de la Lama. Ces formations de Lama-Locogba, datées de l'Eocène, sont recouvertes par des « Sables continentaux » qui constituent les plateaux du Sud et la partie septentrionale des plateaux du Nord.

L'interprétation de H. BESAIRIE fut par la suite partiellement mise en doute par G. ARNAUD, Directeur des Mines de l'A.O.F. qui propose de faire passer les sables des plateaux du Nord non plus au-dessus de la série de Lama-Locogba, mais en dessous. Les sondages électriques de 1948 semblent venir à l'appui de cette hypothèse que reprend J. ARCHAMBAULT qui suppose en outre que le socle ancien s'approfondit rapidement sous la couverture sédimentaire par le jeu de plusieurs failles parallèles à la côte.

b) *Echelle stratigraphique et interprétation actuelles*

L'étude que j'ai poursuivie a permis de dégager l'échelle stratigraphique suivante :

Récent
Continental terminal
Eocène moyen : Lutétien
Eocène inférieur : Yprésien
Paléocène supérieur
Paléocène inférieur
Crétacé supérieur : Maestrichtien

Le Maestrichtien est sableux à la base et devient argilo-marneux au sommet où il est bien daté par une faune marine. Il affleure sur les plateaux de Kétou, Zagnanado, Abomey, Aplahoué et dans une partie de la dépression de la Lama.

Le Paléocène, l'Eocène inférieur et moyen sont surtout argileux et marneux, plus rarement calcaires et parfois phosphatés. Ils affleurent dans la dépression de la Lama et dans la vallée du Couffo.

Le Continental terminal, compris entre le Récent et l'Eocène moyen, est discordant sur les niveaux précédents; il est surtout sableux et sablo-argileux et recouvre les plateaux du Sud, les plateaux du Togo, une bonne partie du plateau d'Aplahoué et une partie plus faible des plateaux d'Abomey, Zagnanado et Kétou.

L'ensemble forme une série monoclinale plongeant lentement vers le Sud ou le Sud-Est. Deux failles parallèles orientées NNE-SSW décrochent les niveaux antérieurs au Continental terminal.

Les moyens importants mis en œuvre au cours de la présente étude ont permis d'obtenir des résultats beaucoup plus précis et plus détaillés qu'au cours des études antérieures. Le Crétacé supérieur a été mis en évidence, une faune abondante a été récoltée, la stratigraphie a été précisée, des failles ont été découvertes.

4. — Plan de l'étude

L'étude géologique du bassin est présentée de la façon suivante :

Une *étude stratigraphique et structurale* contient la description des principaux sondages et puits groupés de façon à obtenir plusieurs synthèses stratigraphiques et coupes structurales réparties dans le bassin. Elle permet de dégager des niveaux repères, de comparer les indications données par la macrofaune et la microfaune, d'établir et de justifier des divisions stratigraphiques. Elle aboutit à l'établissement d'une échelle stratigraphique, d'une esquisse structurale, d'une carte géologique au 1/200 000.

Une *étude pétrographique* examine les faciès dont le rôle sédimentologique paraît être le plus important. Cette étude est destinée à faciliter les raisonnements poursuivis dans la partie suivante.

Une *historique géologique du bassin*, après diverses remarques sur les méthodes utilisables en paléogéographie, tente de reconstituer la succession des modifications subies par le continent et la mer depuis le Crétacé supérieur.

Des *corrélations avec d'autres bassins de l'Ouest africain* permettent de relever un certain nombre d'analogies avec, notamment, les bassins sédimentaires de Nigeria, de Côte d'Ivoire, du Sénégal, du Soudan oriental.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE ET STRUCTURALE

I. — LE SOCLE ANCIEN

Les roches anciennes qui limitent le bassin sédimentaire ont été étudiées en affleurements par P. AICARD (1953) et R. POUGET (1955). Sous la couverture sédimentaire qui fait l'objet de cette étude, elles ont été atteintes par plusieurs puits et sondages et ont été localisées par des mesures géophysiques.

1. — Affleurements

La figure 7 indique la nature des roches cristallines affleurant au Nord de la limite du bassin sédimentaire : il s'agit essentiellement d'embranchites et de granites (surtout calco-alcalins à deux micas). Ces roches appartiennent au Précambrien.

2. — Indications données par les puits et les sondages

De nombreux puits de la partie nord du bassin, notamment dans les régions d'Abomey et d'Aplahoué, et plusieurs sondages, ont atteint la surface du socle ancien. Les cotes de cette surface ont été reportées sur la carte de la figure 7. Elles permettent de constater que le socle s'enfonce nettement vers le Sud : les sondages d'Afagnagan et de Bopa, qui ont atteint les cotes respectives de — 370 et — 595 m, n'ont pu le toucher.

Cependant, cet enfoncement se produit de façon irrégulière. Par exemple, sous le plateau d'Aplahoué, la pente de la surface du socle calculée à partir des cotes + 145 à Azové et + 102 à Toviklin, est inférieure à 3 millièmes, alors qu'entre Kouvé et Tabligo (cotes + 75 et — 70), elle est cinq fois plus importante. On remarque aussi que le socle s'enfonce plus rapidement dans la région située au Nord de Kétou que dans celle située au Nord de Bohicon.

3. — Mesures électriques

La prospection électrique effectuée au Bas-Dahomey en 1948 n'a que peu intéressé la surface du socle cristallin, mais certains résultats obtenus près de Bohicon méritent d'être mentionnés.

En effet, les mesures de résistivité faites dans cette région semblent indiquer qu'il y existe une épaisseur de terrains sédimentaires de plusieurs centaines de mètres. Or, j'ai pu montrer en 1951, à l'occasion d'une étude hydrogéologique de la région, que la série sédimentaire ne dépasse pas 60 à 70 m d'épaisseur; les mesures sismiques et les sondages ont, par la suite, confirmé ces conclusions.

Il est donc intéressant de remarquer l'erreur importante pouvant être commise dans l'interprétation d'un diagramme de sondage électrique en ce qui concerne le socle cristallin, en particulier lorsque celui-ci est recouvert par des terrains eux-mêmes très résistants. L'erreur commise est à porter au crédit de la méthode et non à celui de l'interprétateur.

4. — Mesures sismiques

Les mesures de sismique réfraction, par contre, se sont trouvées être très bien adaptées au problème de la localisation de la surface du socle cristallin. Elles ont été effectuées en 1952 et ont abouti à l'établissement d'une carte des isobathes du socle publiée par P. MAUGIS en 1954. Ces isobathes sont reportées sur la figure 7, avec de légères modifications et quelques compléments dus à des résultats obtenus ultérieurement.

Les isobathes montrent un approfondissement assez régulier jusqu'à la cote — 900, avec une pente de l'ordre de 16 millièmes. La pente du socle augmente ensuite et atteint environ 60 millièmes au Nord du lac Nokoué. Sous la plage, à mi-chemin entre Cotonou et la frontière de Nigeria, le socle est à plus de 1 800 m de profondeur.

Les isobathes interprètent des mesures assez espacées et leurs formes sont évidemment sujettes à caution. Notons qu'elles peuvent laisser supposer l'existence d'une faille entre Ouidah et Grand Popo.

5. — Indications données par les sondages de Bopa et de Séhoué

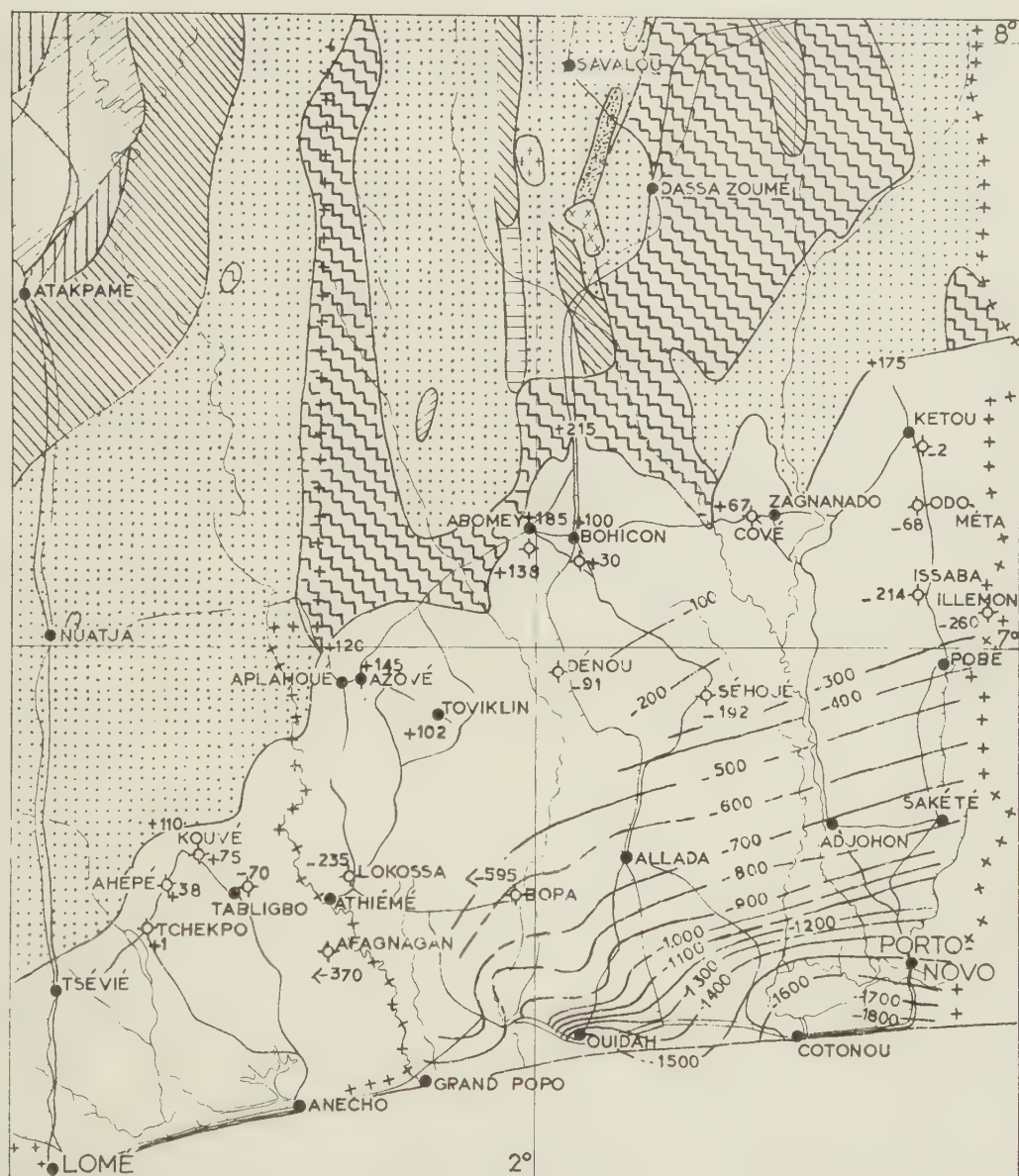
Ces deux sondages ont conduit à modifier partiellement certaines interprétations issues des mesures sismiques.

Le sondage de Bopa, dont la cote au sol est de l'ordre de 5 m, n'a pas atteint le socle à la profondeur de 600,4 m. J'ai donc dû modifier légèrement le tracé de l'isobathe — 600 qui, d'après P. MAUGIS, passait nettement au Sud de Bopa et laissait supposer qu'au droit du sondage, le socle était situé à une profondeur inférieure à 550 m. Cette modification faite à Bopa pourrait laisser croire que les profondeurs indiquées par d'autres isobathes doivent être également majorées.

Le sondage de Séhoué a présenté deux anomalies.

— La première concerne la profondeur du socle. En effet, les isobathes tendent à montrer que le socle est situé vers — 230 à Séhoué, alors qu'il a été rencontré à la cote — 192. Mais cette anomalie est due, comme il est décrit plus loin (fig. 29), à la présence d'une faille.

— La seconde anomalie concerne la nature du socle ancien. En général, les puits et sondages ayant atteint le socle ont rencontré des roches analogues à celles que l'on trouve



PRÉCAMBRIEN

DAHOMEYEN

- Gneiss à muscovite, 2 micas, leptynite ...
- Gneiss à biotite, biotite et amphibole ...
- Quartzites
- Orthogneiss à biotite ou biotite et amphib.
- Migmatites

ROCHES ERUPTIVES

- Microgranites
- Granites posttectoniques alcalins
- Granites posttectoniques calco alcalins
- Granites syntectoniques calco alcalins

0 10 20 30 40 50 km

FIG. 7. — Nature du socle ancien en affleurement
d'après AICARD et PUGNET et cotes de sa surface sous la couverture sédimentaire

en affleurement au Nord du bassin. Par exemple, les carottes de fonds de sondages ont montré d'Ouest en Est : à Tchekpo, un gneiss altéré, à Ahépé, une migmatite, à Tabligbo, une granodiorite, à Lokossa, une migmatite, à Abomey, un granite dans un sondage et une amphibolite dans un autre, à Bohicon, un gneiss altéré très riche en biotite, à Cové un granite, à Issaba un gneiss altéré.

Mais le sondage de Séhoué a pénétré à la cote — 192 dans une roche détritique essentiellement différente des roches cristallines précédentes, ayant à cet endroit plus de 85 m d'épaisseur. Cette roche n'est connue que sous la forme de cuttings. Elle a été étudiée à l'aide de dix lames minces régulièrement réparties dans la partie traversée de la formation. Le grain de la roche est très fin et l'étude en est difficile. C'est une arkose ou une pélite suivant les échantillons. En général, on y voit des fragments détritiques arrondis quartzo-feldspathiques, dans une pâte quartzo-feldspathique et phylliteuse. La calcite secondaire est assez fréquente en filonnets.

L'échantillon prélevé à 326 m de profondeur montre des traces de cataclase et présente des fragments hétérogènes, l'un étant composé de quartz, feldspath, amphibole et d'un peu de biotite, tandis que les autres sont franchement détritiques avec des feldspaths arrondis dans un fond quartzo-phylliteux; il s'agit probablement là d'un petit conglomérat.

Après plusieurs examens des lames minces, l'un étant notamment dû à G. Rocci, rien ne permet de dire que cette formation détritique ait subi l'action du métamorphisme. R. DARS, de son côté, note des analogies de microfaciès entre cette formation et certains niveaux de base du Primaire du Soudan occidental. L'une des lames minces pourrait permettre de penser à assimiler cette roche à une mylonite, mais aucune des autres lames ne fournit d'argument à l'appui de cette idée.

On peut donc conclure qu'à Séhoué, le Précambrien est recouvert par une formation plus récente, détritique, à grain très fin et apparemment non métamorphique.

6. — Etudes gravimétriques

Les mesures gravimétriques faites dans la partie centrale de l'A. O. F. de 1953 à 1955 par Y. CRENN ont notamment abouti à la représentation d'une carte gravimétrique du Dahomey-Togo à partir de laquelle a été dessinée la figure 8.

Ainsi que le fait remarquer M^{lle} CRENN, l'interprétation des mesures « est rendue difficile :
— par l'influence de la compensation isostasique du déficit de masse du Golfe de Guinée,
— par la superposition de l'anomalie négative due au bassin sédimentaire du Dahomey. »

Dans l'ensemble, le bassin présente une zone d'anomalie positive dont l'axe, figuré sur la carte, coïncide sensiblement avec la dépression de la Lama. Mais cette superposition est fortuite. Cette anomalie est probablement due aux migmatites dont la densité est importante et que l'on connaît au Nord du bassin et au fond de certains sondages. De cette façon, la limite sud de l'anomalie positive peut être interprétée comme limite de la zone des migmatites, celles-ci s'enfonçant par exemple sous la série détritique dont le sondage de Séhoué a révélé l'existence.

Plus au Sud encore, les mesures sismiques permettent d'interpréter la diminution des valeurs de l'anomalie de Bouguer en direction de Ouidah et Porto-Novo par l'épaississement important de la série secondaire et tertiaire. Cependant, la nouvelle anomalie positive existant entre Ouidah et Cotonou ne paraît pas être liée à la profondeur du bassin, mais à une augmentation de la densité des roches constituant le socle. Les formations précambriennes réapparaissent-elles ou bien s'agit-il de schistes ? Seuls des sondages permettront d'interpréter définitivement ces anomalies gravimétriques.

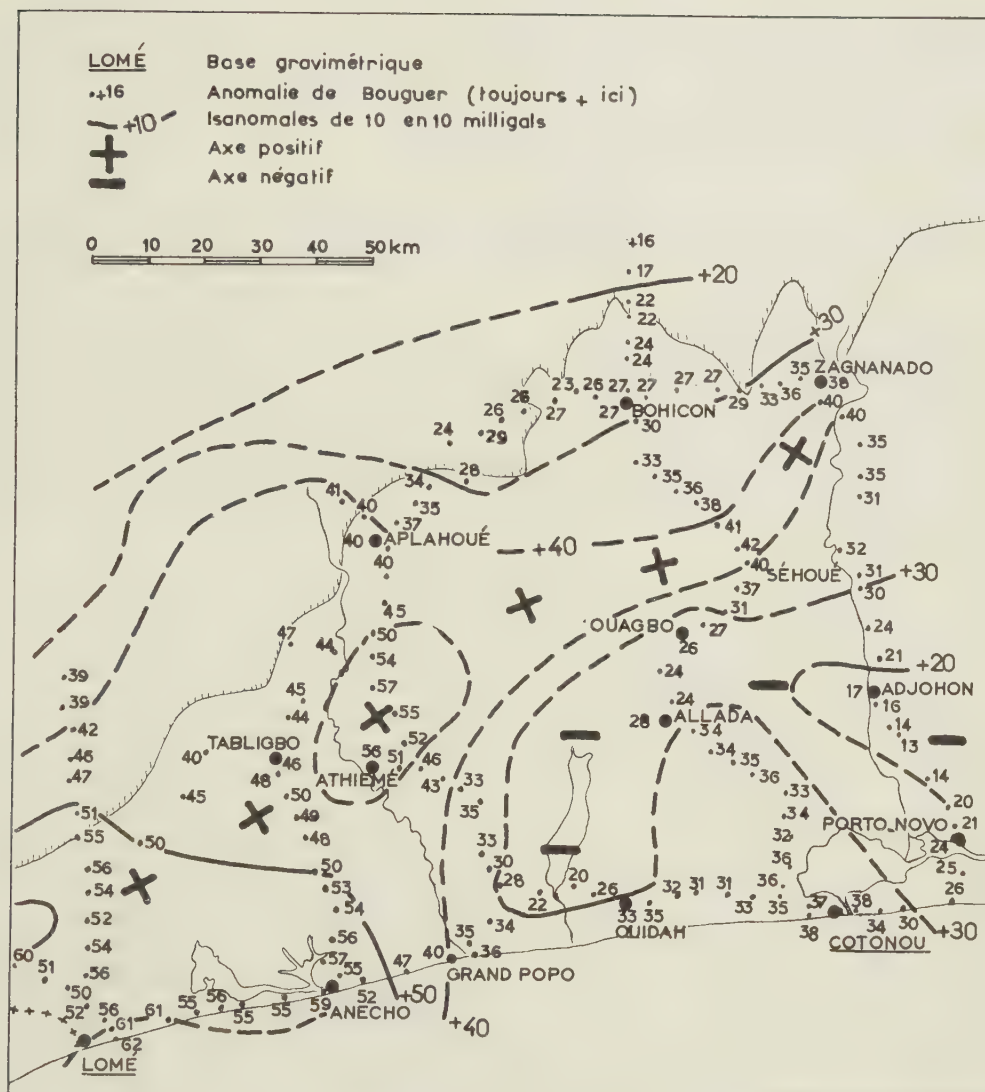


FIG. 8. — Carte gravimétrique d'après Y. CRENN

7. — Conclusion

En résumé, les affleurements, des sondages, les mesures sismiques et gravimétriques permettent d'avoir une idée de l'allure du socle ancien sous la couverture sédimentaire :

- Les affleurements nous apprennent que le socle ancien est constitué dans la partie nord par des migmatites et des granites.
- Les sondages, en dehors de celui de Séhoué, confirment cette nature du socle.
- Les mesures sismiques montrent qu'il s'enfoncé progressivement vers le SSE sans accident tectonique majeur.
- Les mesures gravimétriques laissent croire que les migmatites dominent au Togo et dans la partie nord du bassin, leur limite sud étant sensiblement l'isanomale + 40 passant par Grand Popo et la région de Séhoué.
- Le sondage de Séhoué nous apprend qu'au moins localement, le socle ancien n'est plus

constitué par des formations précambriennes connues plus au Nord, mais par une série détritique plus récente.

- Les mesures gravimétriques peuvent faire penser que cette série se développe au Sud de la limite des migmatites. Mais, entre Allada et Cotonou interviendraient, au fond du bassin, des roches plus denses.

II. — ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE DE LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE

Etant donnée la rareté des affleurements, l'étude stratigraphique consiste essentiellement à décrire un nombre important de puits et sondages.

Le Crétacé et l'Eocène dans lesquels existent des niveaux repères nets, sont étudiés par sondages et puits sensiblement alignés suivant une série de coupes structurales assez régulièrement réparties dans le bassin.

Les formations plus récentes, dans lesquelles les changements latéraux de faciès sont nombreux, sont étudiées par puits et sondages groupés en ensembles régionaux.

A. — CRÉTACÉ ET ÉOCÈNE

Le Crétacé et l'Eocène sont généralement traversés par les mêmes sondages et il est

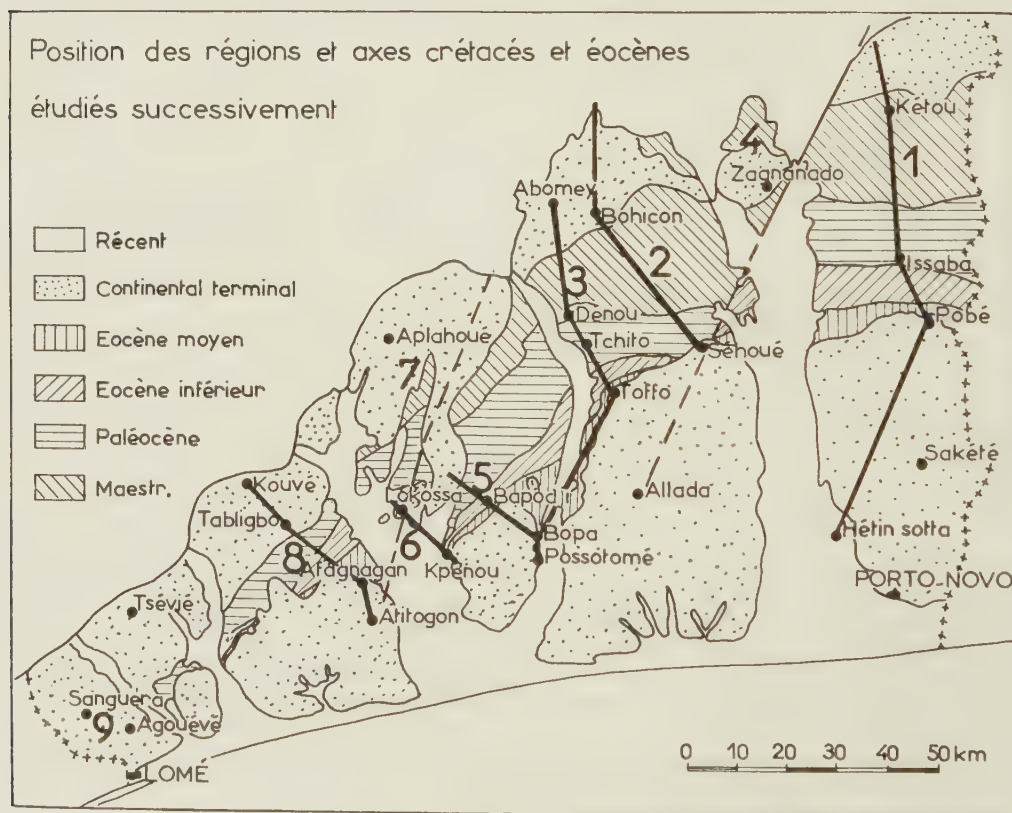


FIG. 9

commode de les décrire en même temps. Les descriptions sont réparties sur les neuf axes et régions représentées à la figure 9.

1. — Etude de la région Kétou-Pobé

Cinq sondages et d'assez nombreux puits permettent d'établir une coupe structurale passant par Kétou et Pobé. Deux sondages supplémentaires fournissent un profil sensiblement perpendiculaire.

Les sondages ont été exécutés au cours de ces dernières années pour la recherche et

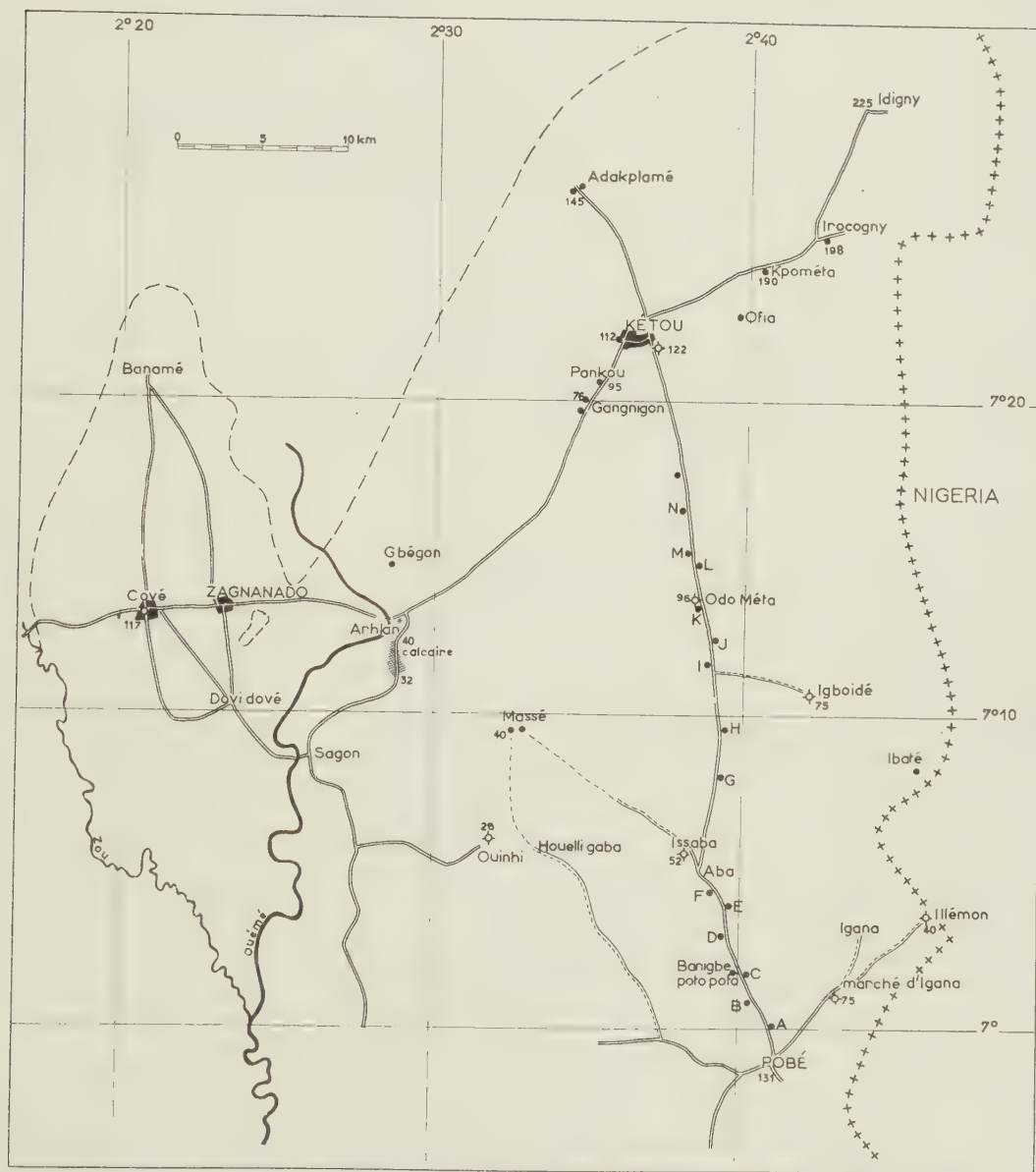


FIG. 10. — Position des sondages et puits de la région Kétou-Pobé avec indications d'altitudes

l'exploitation d'eau. Les puits numérotés de A à N ont été creusés en 1948 par la Section des Mines du Dahomey suivant les directives préconisées par H. BESAIRIE en 1943 pour la recherche de l'eau dans le Hollidjé. B. FABRE, ingénieur des mines, avait dressé les coupes de ces puits et prélevé des échantillons que j'ai retrouvés en mauvais état de conservation, en 1951. J'ai pu également retrouver une partie des déblais classés laissés à côté de ces puits.

Au cours de ce chapitre sont étudiés successivement : l'axe Kétou-Pobé, le profil perpendiculaire Ouinhi-Illémon et divers éléments d'information plus dispersés, de façon à parvenir à une synthèse stratigraphique de la région de Pobé. La succession stratigraphique ainsi obtenue est ensuite corrélée avec celle du sondage d'Hétin sotta, situé beaucoup plus au Sud.

a) Etude de l'axe Kétou-Pobé

Les indications données par les sondages sont de nature un peu différente de celles que fournissent les puits : l'aspect et la couleur des roches ne sont pas les mêmes, la microfaune est rare à faible profondeur, la succession traversée par un puits est souvent trop courte pour être caractéristique. Aussi est-il souvent plus commode de décrire séparément sondages et puits, comme ci-dessous.

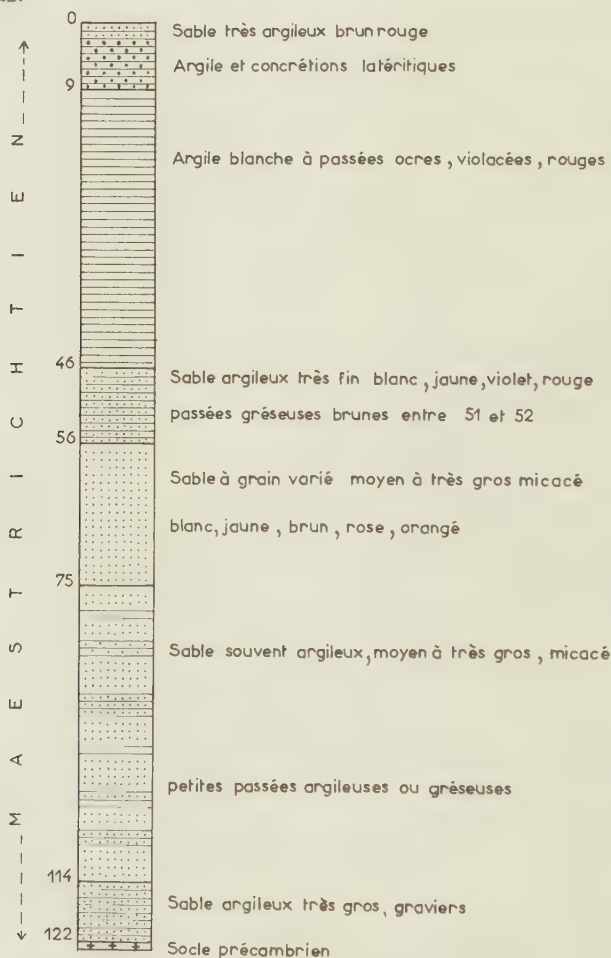


FIG. 11. — Sondage de Kétou

La description est faite dans le sens Nord-Sud, cette méthode permettant de partir d'une succession stratigraphique simple et de suivre ensuite sa complication progressive.

Sondage de Kétou

Il est situé à 400 m au Sud du poste administratif de Kétou à 30 m à l'Est de la route Kétou-Pobé. L'altitude est à cet endroit de l'ordre de 122 m.

La figure 11 montre la coupe du sondage; on distingue essentiellement une série argileuse latéritisée à la partie supérieure surmontant une série sableuse.

La série argileuse est de couleur très claire, souvent blanche; elle est parfois très finement sableuse. A la partie supérieure, l'argile jaunit, devient brune et se charge en concrétions latéritiques, très serrées à la partie supérieure. Ces concrétions sont recouvertes, à l'emplacement du sondage, de 2 m de formations sablo-argileuses nettement plus récentes; mais à peu de distance de là, elles affleurent fréquemment, se soudant même en véritables cuirasses.

Les échantillons du sondage n'ont fourni aucune microfaune. Les cuttings latéritiques remontés à 7 m de profondeur montrent simplement quelques fragments d'empreintes de Lamellibranches. Seuls les résultats obtenus plus au Sud permettent de rattacher les formations traversées au Maestrichtien.

Il convient de remarquer que, le plus souvent, les cuttings d'un sondage ne permettent pas de fixer à coup sûr les limites stratigraphiques ou même, comme pour le sondage de Kétou, l'âge des terrains traversés. Les attributions d'étages ne s'obtiennent très souvent que par la suite, par comparaison avec des informations obtenues en d'autres points. Toutefois, pour la commodité d'utilisation du présent mémoire, les différents étages traversés ont été figurés le long des successions stratigraphiques, même lorsque ces attributions ne peuvent être justifiées immédiatement.

Sondage d'Odo Méta

Il est situé au bord de la route Kétou-Pobé, à 17 km de Kétou, au lieu-dit Odo Méta qui ne comporte à cet endroit que quelques cases, la population de cette région se groupant rarement en villages. L'altitude à l'emplacement du sondage est de l'ordre de 96 m.

La coupe du sondage, représentée à la figure 12, montre une série argileuse surmontant une série sableuse. Les premiers mètres montrent des faciès latéritiques à concrétions analogues à ceux du sondage de Kétou. De 10 à 12 m, les cuttings ferrugineux portent parfois des empreintes de Lamellibranches et des moules internes de Gastéropodes non déterminables. Mais les argiles situées plus bas ne conservent pas une teinte claire comme dans le sondage de Kétou; à partir de 18 m, les couleurs deviennent gris-noir, noires, brun verdâtre foncé. Les nodules et cristaux de pyrite sont fréquents.

Entre 71 et 74 m, l'argile est gris foncé, finement sableuse, micacée et pyriteuse; les cuttings indiquent l'existence de quelques passées ligniteuses de très faible importance à la base.

La microfaune n'a pu fournir d'indications précises car seuls trois individus ont été trouvés à 30 m; ils semblent appartenir au genre *Gavellinella*. L'âge maestrichtien des couches traversées ne peut être déduit de ce seul sondage.

Sondage d'Igboïdé

Il est situé à proximité immédiate des premières cases du village d'Igboïdé, et en contre-bas. On y accède par une petite piste, peu praticable en saison des pluies, qui rejoint la route Pobé-Kétou. L'altitude près du sondage est de l'ordre de 75 m.

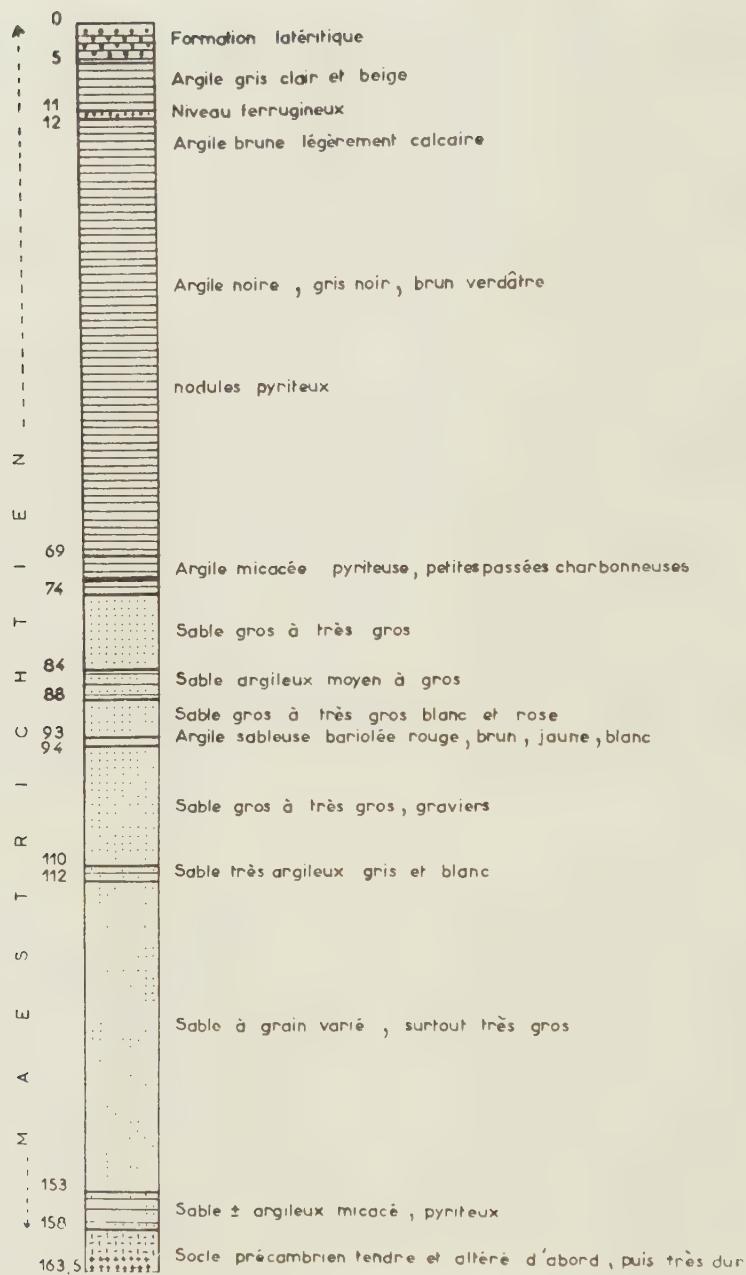


FIG. 12. — Sondage d'Odo Méta

La coupe du sondage est représentée à la figure 13. Elle est plus compliquée que celle des sondages précédents. On note l'apparition de deux petits niveaux calcaires plus ou moins gréseux à la partie supérieure. L'argile des 70 premiers mètres est souvent un peu calcaire sans toutefois devenir une véritable marne. Comme à Odo Méta, les inclusions pyriteuses sont fréquentes, mais les niveaux charbonneux sont plus nombreux et un peu plus importants.

Le socle précambrien n'a pas été atteint, mais le sable très argileux à intercatations blanchâtres du fond fait penser à sa proximité.

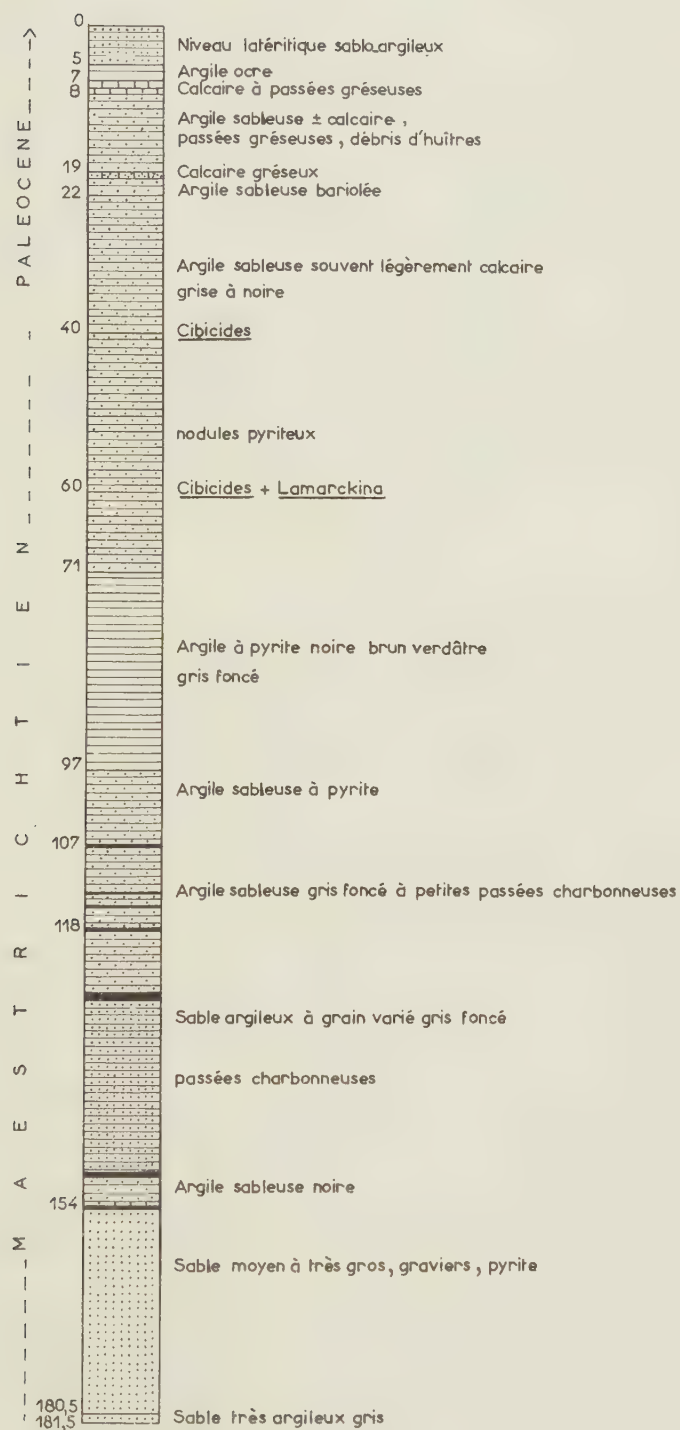


FIG. 13. — Sondage d'Igboïdé

La microfaune, ici, devient intéressante :

- A 8 m, elle est peu abondante et a fourni : *Buntonia alabamensis* STEPH., *Haplophragmoïdes* sp.
- A 27 m, la glauconie est assez abondante et seul un Foraminifère recristallisé ressemblant à *Gavellinella* a pu être trouvé.
- A 40 m, la microfaune est nettement plus abondante. Elle comprend d'une part une microfaune très petite de type pélagique composée principalement de *Globigerina* et de *Gümbelina globulosa*, d'autre part des formes de taille plus normale tels que *Buntonia alabamensis* STEPH., *Bairdia* sp., *Ostracodes* sp. (n. g.), et deux nouvelles espèces de Foraminifères découvertes par M. Lys dans le sondage de Sanguéra (Togo) en compagnie de *Rugoglobigerina macrocéphala* (caractéristique du Crétacé supérieur) : *Cibicides* sp., n. sp. à bouton, *Gavellinella* sp. n. sp.
- A 50 m, la microfaune est identique, mais sans les formes de petite taille.
- A 60 m, on retrouve *Cibicides* n. sp. et *Gavellinella* n. sp. Ils sont en outre associés à *Lamarckina* sp. trouvé précédemment par M. Lys dans le Maestrichtien de Côte d'Ivoire, dans le sondage de N'Zida, à 60 m. On trouve encore *Epistomia* sp. également trouvé à N'Zida à 58 m, et un Ostracode : *Leguminocythereis reidii*.

La microfaune est très rare à 80 et 90 m, puis disparaît.

Sondage d'Issaba

Le sondage d'Issaba occupe une place de choix dans l'histoire géologique du Dahomey car il est le premier à avoir exploité la nappe en charge des sables maestrichtiens, montrant qu'il est possible de fournir de l'eau en abondance aux populations déshéritées du Hollidjé.

Il est situé dans le village d'Issaba, à peu de distance de la demeure du Chef de Canton. On y accède par une petite route longue de 1,5 km, généralement praticable, commençant au marché d'Aba, sur la route Pobé-Kétou. L'altitude à cet endroit est d'environ 52 m.

La coupe du sondage est représentée à la figure 14. Elle montre encore une série sableuse à la base, mais plus haut, les faciès marneux et calcaires prennent de l'importance. On remarque en particulier le calcaire traversé entre 33 et 50 m. C'est un calcaire zoogène souvent gréseux et contenant même des petites passées sableuses.

Les formations charbonneuses sont ici plus concentrées qu'à Igboïdé. Une carotte prise à partir de 180,55 m de profondeur a pu donner une idée du faciès de la zone charbonneuse. Malheureusement, je n'ai pu observer cette carotte que sur le chantier de forage, car par la suite, elle a été égarée au cours d'un transport. Elle montrait de haut en bas :

- Roche charbonneuse de faible densité d'aspect comparable au charbon exploité en Nigeria : 20 cm.
- Argile gris foncé à inclusions charbonneuses irrégulièrement distribuées, à empreintes de feuilles rubannées à nervures parallèles : 80 cm.
- Argile grise micacée à empreintes de feuilles : 1 m.
- Sable argileux très fin : 50 cm.

L'argile grise micacée située au-dessus de la carotte contient également de petits filonnets charbonneux comme en a témoigné l'échantillon collé entre les lames de l'outil remonté avant la mise en place du carottier.

Le socle précambrien, connu seulement sous une forme altérée, semble être un gneiss à deux micas, leucocrate, à grain très fin. Il est surmonté d'un petit niveau à cailloux arrondis et de quelques centimètres de grès feldspathique à grain très hétérogène.

La faune fournie par ce sondage est assez peu abondante :

- A 40 m, les cuttings calcaires montrent plusieurs exemplaires d'un petit Oursin, *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM. C'est un fossile très important dans le bassin. Il a été décrit en 1915 par OPPENHEIM sous l'appellation complète de *Echinocyamus* (*Togo-*



FIG. 14. — Sondage d'Issaba

cyamus) *seefriedi*; mais le sous-genre *Togocyamus* créé par OPPENHEIM est synonyme d'*Eoscotum* LAMBERT et THIERY qui semble avoir priorité puisqu'il date de 1914; *Eoscotum* est lui-même un sous-genre de *Fibularia*, de sorte que le nom de cet Oursin s'écrit encore *Fibularia (Eoscotum) seefriedi* OPP.; c'est le nom utilisé par L. R. Cox dans sa description des fossiles du Ghana, dans laquelle il précise la synonymie ci-dessus. *Togocyamus seefriedi* est paléocène.

- Entre 57,3 et 61 m, on ne trouve que des Ostracodes : *Buntonia alabamensis* STEPH., *Buntonia shubutaensis* HOWE, *Buntonia israelsky var. morsei* H. et P.
- Entre 97,7 et 100 m (carotte), on retrouve, comme à Igboïdé, *Cibicides n. sp.* à bouton (il existe déjà dans les cuttings prélevés à 90 m), accompagné de *Gavellinella n. sp.*, *Haplophragmoïdes sp.*, *Paracypris sp.*, *Eocytheropteron sp.*

Sondage d'Igana

Il est situé au bord de la route, peu praticable en saison des pluies, qui conduit de Pobé au marché d'Igana, et se poursuit jusqu'à Illémon. Le sondage est situé sur le bord sud de la route, à 300 m environ avant d'arriver au marché. L'altitude est de l'ordre de 75 m.

La coupe du sondage, représentée à la figure 15, ressemble à celle du sondage d'Issaba; cependant, on note une extension plus importante des faciès calcaro-gréseux, les niveaux charbonneux sont répartis sur une grande épaisseur, la série sableuse inférieure est moins homogène. Le socle ancien n'a pas été atteint.

La faune est intéressante :

- A 31 m, les cuttings montrent un petit niveau à *Nummulites* cordelées dans lequel a été déterminé (détermination I. F. P.) *Nummulites (Operculinoïdes) sahnii* DAVIES qui s'écrit encore *Ranikothalia sahnii* DAVIES. Pour son auteur, cette *Nummulite* est de la partie supérieure du Paléocène.
- Entre 51,5 et 53,3 m (carotte), la microfaune, avec ses *Globorotalia*, est paléocène : *Globorotalia velascoensis* CUSHMAN, *Globorotalia crassata* CUSH., *Globorotalia aff. nicoli*, *Globorotalia sp.*, *Eponides elevatus*, *Anomalina midwayensis*, *Haplophragmoïdes sp.*, *Cytherella sp.*
- A 81 m, on retrouve *Togocyamus seefriedi* OPP., du Paléocène, ce qui permet une corrélation facile avec le sondage d'Issaba.
- Entre 102 et 105,3 m, on trouve : *Guttulina sp.*, *Ammobaculites sp.*, *Anomalinoïdes*, *Buntonia subtriangularis*, *Buntonia seminuda*, *Buntonia aff. israelsky var. morsei* H. et P., *Buntonia aff. howei*, *Cytherura sp.*, *Cytherella sp.*
- Enfin, à 150 m, *Cibicides n. sp.* à bouton a été trouvé dans les cuttings.

Les carottes prises entre 79 et 82 m, 152 et 154,8 m, 202 et 205,2 m, 226,6 et 232,4 m, 247,5 et 250,5 m, n'ont fourni aucune microfaune.

Les cinq sondages qui viennent d'être décrits ont permis de dégager les grands traits stratigraphiques de la région, en montrant en particulier, de bas en haut :

- Une série sableuse inférieure;
- Une zone à petits niveaux charbonneux;
- Une formation argilo-marneuse dans laquelle apparaît un niveau à *Cibicides n. sp.*
- Un niveau calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi*;
- Des argiles et marnes paléocènes à *Globorotalia*;
- Un niveau paléocène à *Nummulites* cordelées.

Il convient maintenant d'examiner quels renseignements ou précisions supplémentaires peuvent fournir les puits.

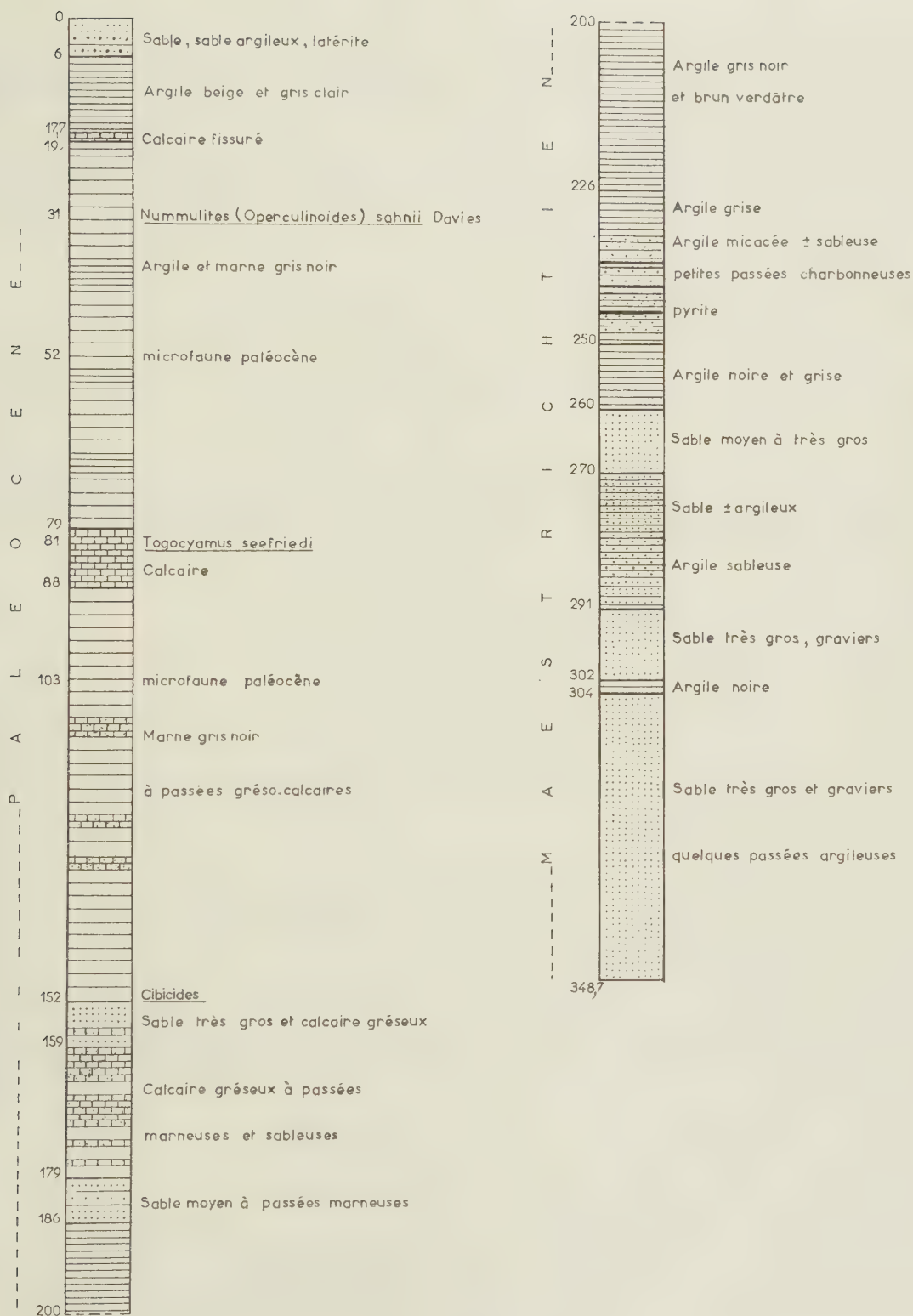


FIG. 15. — Sondage d'Igana

Puits d'Adakplamé

Ce puits est situé près de l'entrée du village d'Adakplamé. L'altitude est d'environ 145 m à cet endroit. Il a environ 80 m de profondeur mais je n'ai pu en reconstituer qu'une coupe partielle :

- 0-11 m : Sable argileux et argile sableuse brun rouge d'abord, puis plus clairs et bariolés de blanc et jaune; le grain du sable est assez gros et hétérogène et cette formation ressemble beaucoup au Continental terminal que l'on trouve dans le Sud du bassin.
- 11-33 m : Grès argileux fin violet foncé;
- 13-17 m : Sable fin rose et jaune;
- 17-23 m : Sable à grain varié rose et grès argileux fin blanc;
- 23-26 m : Sable à grain varié, surtout fin, rose violacé.

On trouve ensuite, semble-t-il, de l'argile jaune, du grès ferrugineux, du grès argileux blanc, puis un sable blanc violacé à grain anguleux varié.

Puits de Kétou

Parmi les puits de cette agglomération, le puits du « génie rural » est celui dont la coupe a pu être établie avec le plus de précision. Il traverse une partie des formations recoupées par le sondage de Kétou et permet une description plus précise des faciès. L'altitude à cet endroit est d'environ 112 m.

- 0 - 1 m : Terre argileuse brune à concrétions latéritiques;
- 1 - 8 m : Argile latéritique brune indurée;
- 8 -13 m : Argile rouge et jaune souvent indurée;
- 13 -19,5 m : Argile blanche puis crème, très rares empreintes;
- 19,5-22 m : Sable très fin micacé blanc et rosé;
- 22 -22,5 m : Argile micacée très finement sableuse;
- 22,5-23 m : Sable fin à très fin micacé blanc;
- 23 -27 m : Sable argileux très fin rose violacé et blanc;
- 27 -30 m : Sable très fin rose et jaune-orangé , fines intercalations d'argile blanche;
- 30 -33 m : Grès micacé friable blanc et brun, fin d'abord puis gros;
- 33 -34 m : Sable fin jaune;
- 34 -35 m : Grès sableux fin violet.

Ce puits dépasse 60 m de profondeur, mais la suite de la coupe n'a pu être relevée. Les faciès sont surtout sableux ensuite, et au fond, on trouve un sable fin violacé.

Vers 15 m, on peut remarquer de très rares empreintes côniques indéterminables et une empreinte réticulée qui semble appartenir à une *Algue*.

Le puits de Pankou, situé à 4 km au SE du sondage de Kétou et à une altitude de 195 m environ, a montré une formation argileuse de 20 m d'épaisseur à la partie supérieure. Cette argile est blanche et très pure entre 15 et 20 m de profondeur; au dessus, elle jaunit, brunit, rougit et s'indure pour fournir dans les trois mètres supérieurs une formation latéritique à concrétions serrées.

Puits de la Section des Mines

Ces puits, numérotés du Nord au Sud de N à A, sont représentés à la figure 16, sauf les puits N et M dont la coupe est très simple :

- 0- 6 m : Formation latéritique argileuse à la base avec des concrétions de plus en plus serrées vers le haut où elles se soudent parfois en blocs;
- 6-10 m : Argile micacée blanche ou gris clair, bariolée de jaune et de brun à la partie supérieure.



FIG. 16. — Puits de la Section des Mines

Le puits L montre entre 11,8 et 13 m, un niveau argileux brun intéressant; il contient une microfaune qui, bien qu'assez pauvre, m'a permis de reconnaître plusieurs exemplaires de *Cibicides n. sp.* à bouton. Le lit ferrugineux induré contient quelques empreintes de Lamellibranches insuffisantes pour être déterminées. Il contient aussi de curieux rognons à structure concentrique analogues à ceux que l'on trouve dans le Crétacé supérieur du Niger (1).

Le niveau du fond est également caractéristique; c'est une argile brune, légèrement calcaire qui contient quelques empreintes de Lamellibranches et de nombreuses oolites brunes, généralement creuses, qui donnent un aspect poreux à la roche.

Le puits K, comme le sondage d'Odo Méta, marque l'apparition des faciès noirs pyriteux.

Le puits J a permis de découvrir la présence du Crétacé supérieur dans le bassin en 1952; en effet, la marne brune située entre 16 et 17 m contient plusieurs exemplaires de *Roudaireia drui* Munier Chalmas, du Sénonien supérieur. La première détermination a été faite par F. TESSIER à qui j'ai montré les déblais de ce puits. Plus récemment, un examen microscopique de ce niveau m'a permis de découvrir une microfaune abondante mais abîmée par la ferrugineisation; on y reconnaît tout de même très bien *Cibicides n. sp.* à bouton dont l'âge maestrichtien est ainsi confirmé.

Le puits H a atteint un banc calcaire qui n'a pu être traversé. Ce calcaire est surmonté d'un petit niveau glauconieux puis d'argile finement feuilletée. Cette association n'est caractéristique qu'en fonction des connaissances acquises dans l'ensemble du bassin et tend à assimiler le calcaire du puits H au calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi*.

Le puits G montre surtout des faciès finement feuilletés. Le lavage d'un échantillon prélevé dans les déblais du puits a montré une microfaune assez pauvre mais contenant :

Globorotalia acuta TOULMAIN, *Robulus pseudomamilligerus*, *Bolivina sp.*, *Uvigerina sp.*
Ce niveau est donc paléocène.

Entre les puits G et F, a été creusé également un puits F' dont la coupe est la suivante :

- 0- 2 m : Terre argileuse noire et grise;
- 2-22 m : Marne feuilletée jaune avec niveau calcaire entre 6 et 6,2 m;
- 22-24 m : Marne jaune alternant avec de l'argile bleu-noir;
- 24-30 m : Argile feuilletée avec lit calcaire entre 28 et 28,2 m.

Le puits F traverse le niveau à Nummulites cordelées déjà signalé à Igana; il contient *Ranikothalia sahnii* DAVIES, *Ranikothalia savitriae* DAVIES qui, pour leur auteur, indiquent la partie supérieure du Paléocène.

Le puits C est caractérisé par la présence d'un lit de 70 cm de nodules phosphatés enrobés d'argile; on retrouve ce niveau au fond du puits B.

Les puits B et A marquent la disparition des faciès finement feuilletés qui étaient fréquents depuis le puits H; à leur place apparaissent des argiles et marnes peu feuilletées, de couleur grise et verte à faible profondeur, devenant gris foncé et noires à partir d'une vingtaine de mètres. Le gypse est fréquent dans les faciès clairs.

Un vieux puits, le puits de l'ancienne pépinière, proche de Pobé et dont la coupe figure dans les archives du poste administratif, aurait rencontré, parmi les argiles à gypse, un niveau de calcaire à Nautilites.

Interprétation des indications données par les sondages et les puits

Les puits et sondages précédents permettent de dessiner la coupe structurale de la figure 17. Elle permet de faire un certain nombre de remarques :

(1) Renseignement oral de H. FAURE.

— Le niveau à nodules phosphatés rencontré à 3,8 m dans le puits C a été atteint au puits B et traversé par plusieurs petits puits que j'ai fait creuser dans le cadre de recherches de phosphate. Cela a permis de mesurer un pendage de 9 millièmes vers le SSE.

— Le niveau à Nummulites rencontré dans le puits F, n'a pas été atteint par le puits E. Si l'on suppose que le niveau marneux fossilifère du fond de ce puits marque la proximité des Nummulites, on peut en déduire que le pendage est de l'ordre de 10 millièmes dans une direction comprise entre le SE et le SSE.

— Par contre, entre le puits F, dont la cote au sol est d'environ 50 m, et le sondage d'Igana, le niveau à Nummulites indique un pendage sensiblement horizontal.

— Le niveau à *Togocyamus seefriedi* est situé à 40 m de profondeur à Issaba. Si l'on projette le sondage d'Igana sur la verticale du puits F en faisant coïncider les niveaux à Nummulites, le niveau à *Togocyamus seefriedi* vient se placer à 60 m de profondeur à cet endroit. Et le pendage calculé entre Issaba et le puits F prend une valeur de 8 millièmes. Mais en calculant le pendage directement entre Issaba et Igana, on obtient une valeur inférieure à 2 millièmes.

Il apparaît donc que le long de la route Issaba-Pobé, le pendage des couches garde une valeur comprise entre 8 et 10 millièmes. Par contre, en direction d'Igana, ces couches sont beaucoup moins inclinées pour une raison qui n'est pas encore connue. On peut imaginer une petite faille relevant la région d'Igana ou simplement une flexion des couches.

— Ainsi que l'expose l'étude pétrographique, des analyses aux rayons X ont montré que les faciès argilo-marneux feuilletés ou papyracés tels que ceux que l'on trouve dans les puits H, G, C ou au fond du puits B, sont caractérisés par la présence d'attapulgit. Ces niveaux à attapulgit sont notamment toujours situés au-dessus du calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi*. On en déduit que les niveaux recoupés par le puits G sont plus récents que le calcaire du fond du puits H. Les *Globorotalia* paléocènes du puits G confirment d'ailleurs cette position relative, les niveaux paléocènes à *Globorotalia* étant également toujours situés, comme dans le sondage d'Igana, au-dessus du calcaire zoogène.

Pour ces raisons, et comme le montre la coupe structurale, une corrélation entre les puits H et G et le sondage d'Issaba oblige à supposer, dans cette région, une inflexion des couches ou bien la présence d'une petite faille qui abaisse le compartiment nord, comme représenté sur le dessin. La pente des couches figurée dans la région des puits H et G est justifiée par le fait que le puits supplémentaire H', situé à moins de 2 km au Nord du puits H, n'a pas rencontré de calcaire.

— Au Nord d'Odo Méta, les couches sont très peu inclinées. Il semble probable que le niveau fossilifère rencontré vers 7 m au sondage de Kétou et dans la région de Pankou sous forme de concrétions ferrugineuses à mauvaises empreintes (elles ont été signalées par PROKOPENKO puis CHERMETTE), corresponde à l'un des niveaux zoogènes des puits L et J.

— Le recouvrement sableux qui apparaît en surface au Nord de Kétou, et les faciès des niveaux supérieurs du puits d'Adakplamé, me font penser à l'existence d'un manteau peu épais de Continental terminal dans la partie nord du plateau de Kétou.

b) Coupe structurale Ouinhi-Illémon

Les sondages de Ouinhi, Issaba, Illémon, permettent de dessiner une coupe structurale presque perpendiculaire à la précédente.

Sondage de Ouinhi

Ce sondage est situé dans un bas-fond, à proximité d'un quartier du village de Ouinhi. On y accède par une route venant de Sagon dont plusieurs fractions ne sont pas praticables en saison des pluies. L'altitude à cet endroit est de l'ordre de 28 m.



FIG. 18. — Sondage de Ouinhi

J. MARCHAND, qui a surveillé ce sondage, en a dressé une première coupe sur le terrain, que j'ai reprise ensuite au laboratoire. Elle est représentée à la figure 18.

Les lavages exécutés à l'I.F.P. ont donné des résultats :

- A 10 m, la microfaune, assez pauvre, est paléocène : *Globorotalia acuta* TOULMIN, *Globorotalia cf. wilcoxensis*.
- A 20 et 30 m, *Globorotalia cf. acuta*, *Globorotalia crassata* var. *aequa* CUSH. et RENZ, *Gavellinella* ?
- A 40 m, la microfaune est abondante, caractéristique et paléocène : *Haplophragmoïdes cf. excavata*, *Spiroplectamina sp.*, *Robulus midwayensis* PLUM., *Robulus pseudomamilligerus Lenticulina rotulata* LAM., *Globorotalia crassata aequa* CUSH. et RENZ, *Globorotalia acuta* TOULMIN, *Gavellinella* (2 espèces).
- A 80 m, la microfaune est plus pauvre : *Eponides elevatus* var., *Gavellinella* (idem 40 m), *Buntonia shubutaensis* HOWE, *Buntonia alabamensis* STEPH., *Buntonia alabamensis* var. *morsei*, *Buntonia seminuda*.
- A 90 m, microfaune pauvre : *Buntonia alabamensis* STEPH., *Cibicides aff. simplex* BROTZEN, *Cibicides aff. newmanae*.
- A 100 m, on trouve *Lamarckina sp.* (N'Zida), mais aussi *Rugoglobigerina macrocéphala*.
- A 110 m, apparaît *Cibicides n. sp.* (à bouton), *Gavellinella n. sp.*, et on retrouve *Lamarckina sp.* et *Rugoglobigerina macrocéphala*.

Une même association, sans les *Rugoglobigerines*, existe à 131, 140 et 159 m.

Ainsi, depuis la partie supérieure du sondage jusqu'à 40 m, la microfaune avec ses *Globorotalia* est nettement paléocène. On remarque à la base de cette zone la présence d'*Haplophragmoïdes cf. excavata*, dont certains exemplaires peuvent d'ailleurs être déterminés comme *Haplophragmoïdes excavata* (1), qui est assez constant à ce niveau dans le bassin.

Le calcaire situé entre 42 et 53 m est caractérisé par *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM. Il est donc également paléocène.

A 100 m et 110 m, la présence de *Rugoglobigerina macrocéphala*, l'association de *Cibicides n. sp.* et de *Roudaireia drui* dans le puits J, l'appartenance de *Lamarckina sp.* au Maestrichtien de Côte d'Ivoire, concourent à indiquer le Maestrichtien.

Mais entre le Paléocène et le Maestrichtien, on remarque une zone dont la microfaune n'est pas caractéristique. Le problème de son âge ne peut être résolu ici et sera examiné à la fin des descriptions consacrées à l'Eocène et au Crétacé.

Sondage d'Illémon

Il est situé près du village d'Illémon, à quelques centaines de mètres de la frontière de la Nigéria, à l'extrémité de la route venant de Pobé et passant par le marché d'Igana. Cette route, dont l'existence n'est que périodique, n'est pas praticable en saison des pluies. L'altitude près du sondage, est de l'ordre de 40 m. Le sondage a été surveillé par J. MARCHAND qui en a dressé une première coupe lithologique sur le terrain.

La figure 19 représente la coupe du sondage d'Illémon; elle ressemble beaucoup à celle du sondage de Ouinhi.

Le calcaire à *Togocyamus seefriedi* est situé entre 40,5 et 53 m. Les formations argileuses situées sous le calcaire sont ici plus épaisses.

A 302,6 m, la sondeuse a rencontré un niveau très dur dont seulement quelques fragments ont pu être recueillis; il s'agit vraisemblablement du socle ancien.

(1) Détermination ultérieure de MONCIARDINI.

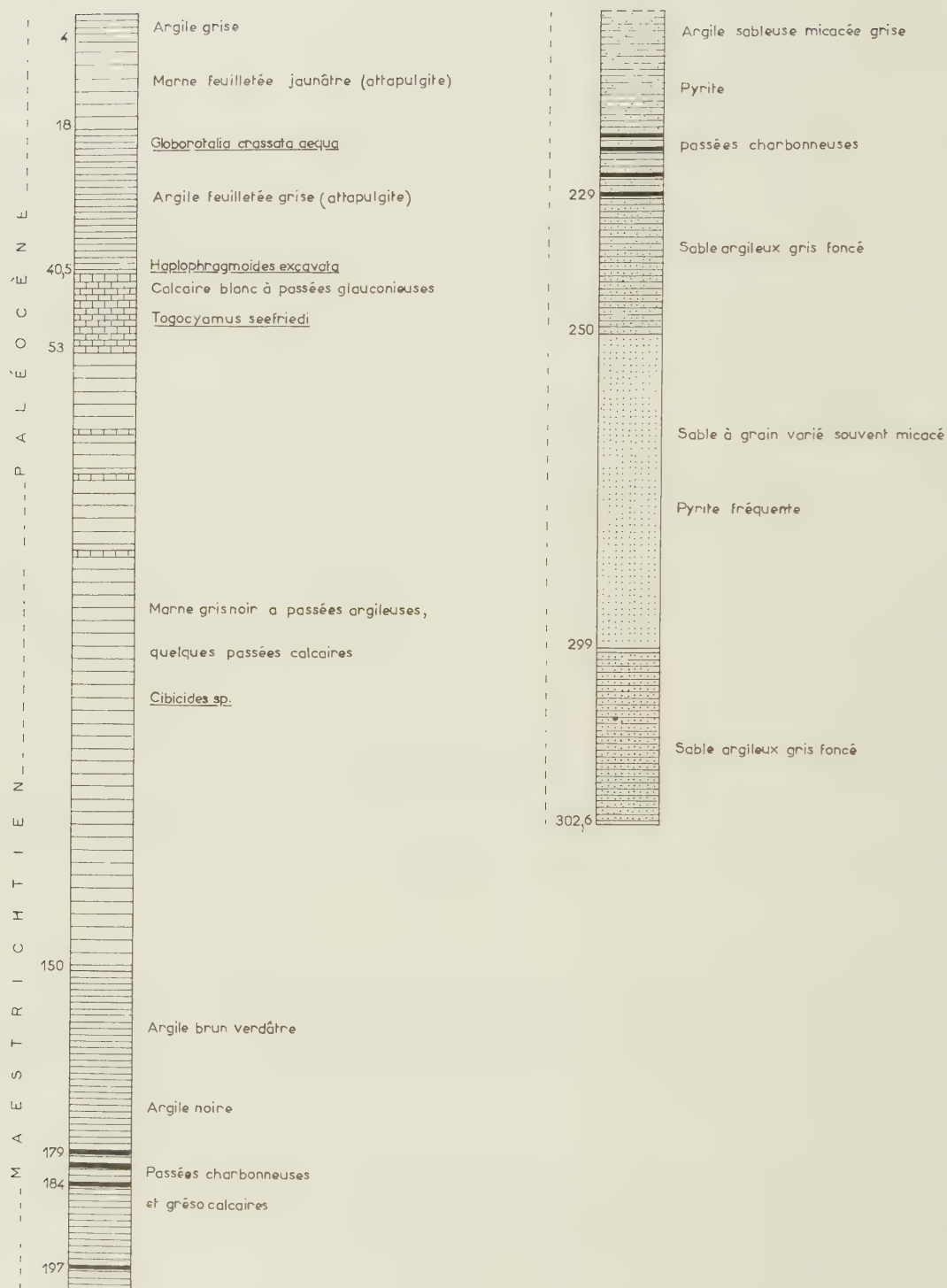


FIG. 19. — Sondage d'Illéon

La microfaune confirme les résultats obtenus au sondage précédent :

- A 20 m, la microfaune est pauvre et on trouve surtout *Globorotalia crassata aequa* CUSH. et RENZ.
- A 39 m, les Foraminifères sont plus abondants et caractéristiques : *Haplophragmoïdes* cf. *excavata*, *Robulus midwayensis*, *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia* cf. *acuta*, *Anomalina midwayensis*.
- A partir de 110 m, on trouve d'assez nombreux exemplaires de *Cibicides* n. sp. (à bouton).

Plusieurs échantillons de ce sondage ont été étudiés aux rayons X. Ces études ont montré que :

- Au-dessus du calcaire zoogène paléocène, attapulгите et montmorillonite se partagent la phase argileuse.
- La montmorillonite domine à 57 m, associée à la kaolinite.
- A partir de 109 m, commence le domaine de la kaolinite.

Coupe structurale

Les coupes des deux sondages précédents, associés à celle du sondage d'Issaba, projetée à la verticale d'Aba, permettent de dessiner la coupe structurale de la figure 20.

Le calcaire à *Togocyamus seefriedi* permet une corrélation aisée.

L'intervention d'une petite faille paraît être nécessaire pour expliquer la dénivellation des couches existant entre Issaba et Ouinhi. Cette faille pourrait être la même que celle existant entre Issaba et le puits G, et serait donc orientée ENE-WSW. Cette petite faille explique plus simplement les variations de niveau observées qu'une inflexion des couches.

Sous le calcaire à *Togocyamus seefriedi*, les faciès marneux coupés de petits niveaux calcaires observés à Illémon et Issaba, font place à des faciès beaucoup plus argileux en direction de Ouinhi.

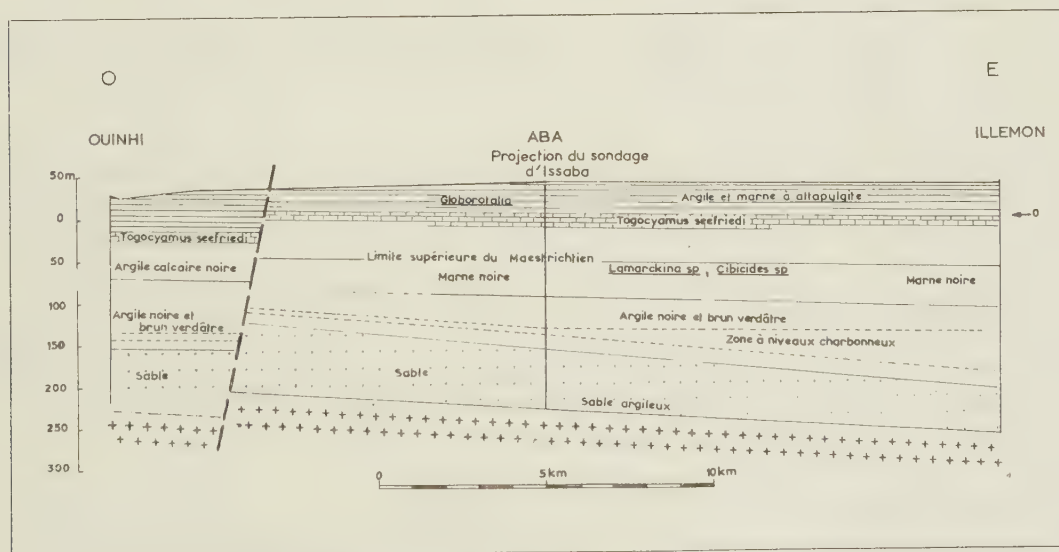


FIG. 20. — Coupe structurale Ouinhi-Illémon

La zone à niveaux charbonneux augmente d'importance en direction d'Illémon, tandis que l'épaisseur des faciès sableux tend à diminuer.

c) *Informations supplémentaires concernant cette partie NE du bassin.*

En plus des puits et sondages précédents, on peut encore citer d'autres puits ou affleurements intéressant le plateau de Kétou ou la dépression du Hollidjé.

Sur le plateau de Kétou :

— A Idigny, à 40 m environ en contrebas du village, une source sort à la base d'un affleurement de grès massif fin à moyen, blanc et rose. Le socle précambrien est probablement situé immédiatement en dessous.

— A Irocogny, un puits de 73 m montrait en 1952 quelques déblais sableux et argilo-sableux.

— A Kpométa (ou Okpométa), un puits montre vers 64 m, un sable moyen et gros violet.

— Le puits de Gangnigon a une coupe analogue à celles des puits de Kétou et de Pankou, avec des argiles blanches kaoliniques sous la partie superficielle latéritisée.

— Le puits de Gbégon, profond de 11 m, a traversé des formations d'abord latéritiques, puis argileuses gris clair.

Dans la dépression du Hollidjé ou aux abords :

— Dans la région d'Arhlan, au SE du village, de gros blocs de calcaire affleurent sur le bord Est de la vallée de l'Ouémé. On retrouve ce calcaire à moins de 2 m de profondeur dans toute la zone hachurée de la carte de la figure 10. La roche est divisée en plusieurs bancs, généralement discontinus, et séparés par des niveaux argileux; l'ensemble a une épaisseur de 2 à 3 m. Le calcaire est souvent gréseux. Les niveaux argileux n'ont fourni qu'une microfaune peu déterminable dans laquelle on distingue des Ostracodes et quelques *Cibicides*. Je pense que ces niveaux doivent être situés à la base de la formation calcaire à *Togocyamus seefriedi*.

— A Massé, plusieurs puits assez peu profonds montrent dans leurs déblais de gros blocs de calcaire fossilifère qui proviennent d'une profondeur de l'ordre de 3 à 4 m. Voici une coupe donnée par H. BESAIKIE et que j'ai pu partiellement contrôler dans un puits incomplètement cimenté :

0 - 3 m : Sable argileux noir puis jaune;

3 - 4,5 m : Argile jaune feuilletée et calcaire fossilifère à Lamellibranches et Crustacés;

4,5- 6 m : Calcaire argileux;

6 -12,5 m : Argile jaune feuilletée.

Au fond, sable fin jaunâtre.

En lame mince, le calcaire de Massé est très comparable à celui du fond du puits H, ce qui peut permettre de le rattacher également à la formation à *Togocyamus seefriedi*, à un niveau un peu supérieur à celui du calcaire d'Arhlan. Mais ces corrélations demanderaient à être confirmées.

— Près d'Ibaté, un ancien puits éboulé montre dans les déblais des blocs de calcaire jaune cristallin et fossilifère.

— A Banigbé Poto-poto, une excavation-citerne montre la coupe suivante : Terre argileuse noire : 0,20 m, argile jaune : 1 m, calcaire compact en gros blocs à débris coquilliers et nodules de phosphate brun : 0,70 m, et à la base : marne jaune papyracée.

Le même niveau calcaire a été traversé dans le puits C.

d) *Synthèse stratigraphique*

La figure 21 est un essai de reconstitution synthétique de la série stratigraphique suivant une verticale passant sensiblement par Pobé.

On remarque entre les cotes + 16 et — 98, une série argilo-marneuse souvent finement feuilletée, voire papyracée. Plusieurs déterminations aux rayons X, les faciès, des comparaisons

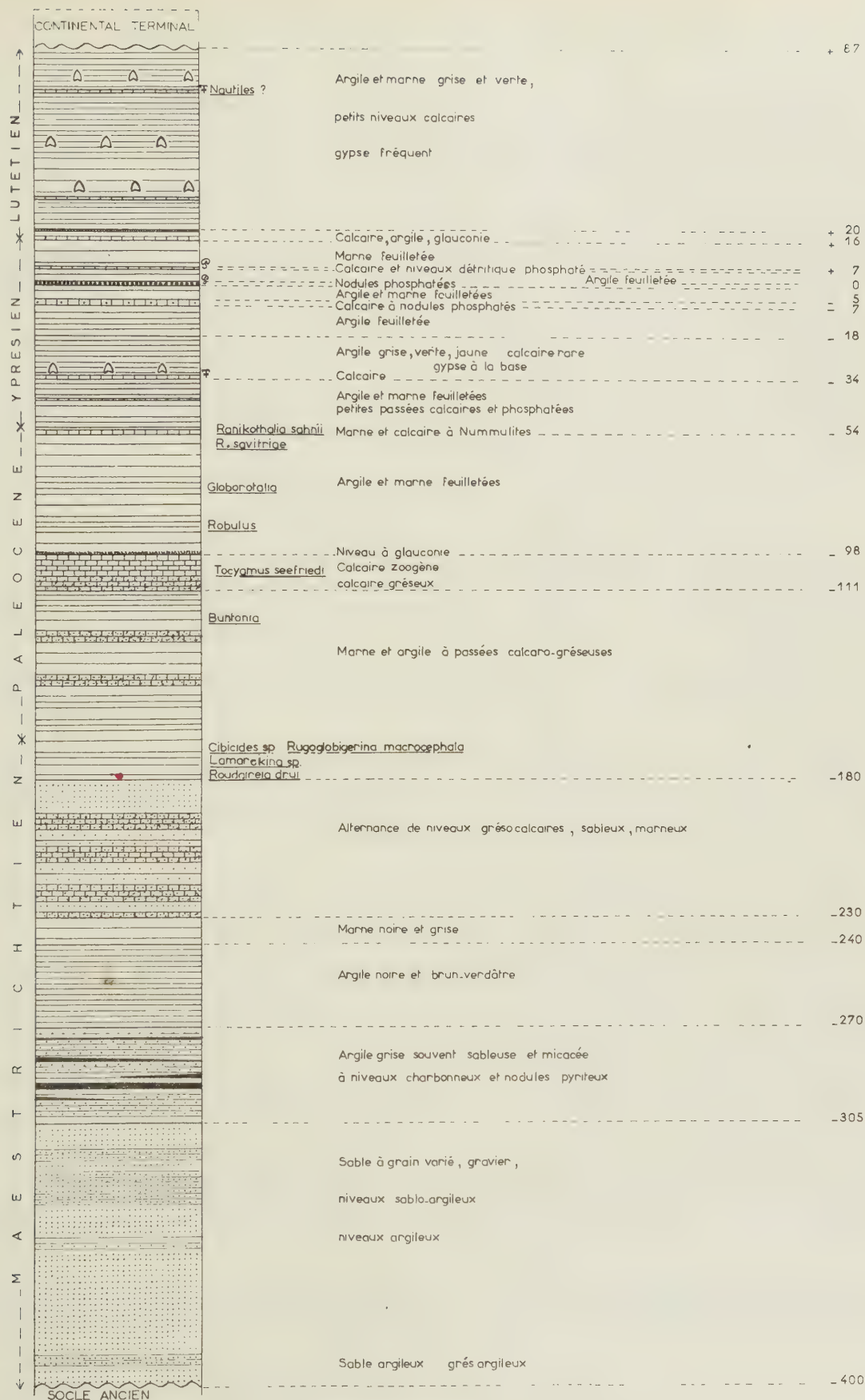


FIG. 21. — Synthèse stratigraphique à la verticale de Pobé

avec des niveaux situés plus à l'Ouest ou au Sud, montrent que l'attapulgitite est fréquente dans cette série (elle semble cependant absente entre les cotes — 18 et — 34). Des niveaux phosphatés existent vers la partie supérieure et un petit niveau glauconieux semble la limiter à la base.

Le niveau calcaire situé sous la série à attapulgitite a une épaisseur variable. Celle qui a été figurée est moyenne.

Les formations gréso-calcaires, sableuses et marneuses situées à la partie supérieure du Maestrichtien entre les cotes — 180 et — 230, n'existent pas dans la partie nord du bassin; elles apparaissent au Nord d'Issaba et prennent de l'importance vers le Sud.

Les formations charbonneuses situées entre les cotes — 270 et — 305 n'apparaissent qu'à la latitude d'Odo Méta et prennent également de l'importance vers le Sud.

Les divisions stratigraphiques ont été placées sur la figure pour rendre plus commode une utilisation individuelle de celle-ci; mais elles ne peuvent être justifiées à ce stade de l'exposé car elles proviennent d'observations multiples faites dans l'ensemble du bassin.

e) *Corrélation entre la région de Pobé et le sondage d'Hétin sotta*

Les renseignements obtenus dans la région de Kétou-Pobé peuvent être complétés de façon intéressante par la succession stratigraphique traversée par le sondage de Hétin sotta. Ce sondage est situé à environ 47 km au SSW de Pobé et à 15 km au NW de Porto-Novu, à proximité immédiate de l'Ouémé et du sondage d'Hétin sotta. On y accède par une route partant du village de Dangbo; cette route est partiellement recouverte d'eau pendant les crues de l'Ouémé.

La figure 22 indique la coupe du sondage. Plusieurs exemplaires de *Togocyamus seefriedi* étant remontés avec les derniers cuttings du fond, la corrélation avec la région de Pobé est immédiate.

Au-dessus du calcaire zoogène paléocène, est située une importante formation, également paléocène, à *Globorotalia acuta*, *Globorotalia velascoensis*, *Globorotalia crassata aequa*, dont la limite supérieure se place à la profondeur 290 m. A la base de cette zone à *Globorotalia*, il a pu être trouvé d'assez nombreux exemplaires d'*Haplophragmoïdes excavata*. Le niveau à Nummulites cordelées n'a pas été repéré ici.

Le Paléocène à *Globorotalia* comporte, depuis la base jusqu'à la profondeur 315, des faciès argileux finement feuilletés à attapulgitite. On retrouve ces faciès à attapulgitite plus haut, après une quarantaine de mètres d'interruption, entre les profondeurs 275 et 244 m.

Les formations marneuses qui surmontent les faciès à attapulgitite, soit à des profondeurs inférieures à 244 m, sont caractérisées, en particulier à la base, par une légère minéralisation phosphatée et surtout par une microfaune très abondante. La richesse en tests de Foraminifères est telle, à la base, que la densité de la roche est notablement abaissée. La carotte prise entre 202 et 204 m, contient la microfaune suivante :

Planulina sp. 1256, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v. I Lys, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Globigerina pseudobulloïdes* PLUM., *Zeauvigerina* (*Gardnerae texana* ?), *Trachyleberis pidgeoni* BERRY, *Leguminocythereis applinorum* SWAIN, *Leguminocythereis rectangulapora* BERRY.

Planulina sp. 1256 est très abondant ici. Ce Foraminifère, déterminé pour la première fois au Togo par M. LYS, est largement répandu dans le bassin où il tend à caractériser, par son abondance, une « zone à *Planulina* sp. 1256 ». Cette zone est ici comprise entre les profondeurs 210 et 180 m (1).

(1) Remarquons que les cuttings de ce sondage montrent également *Planulina* sp 1256 assez abondant à des niveaux nettement inférieurs. Mais comme le sondage a été foré rapidement avec une sondeuse de faible puissance, il y a de fortes chances qu'il s'agisse de retombées.



Fig. 22. — Sondage d'Hétin sotta

Eponides elevatus var. *trochoïdea* s/v I Lys est également abondant dans la zone à *Planulina*, mais aussi plus bas; son extension verticale est importante. Aux profondeurs 230 et 240, il est très abondant et prend une forme globuleuse particulière.

Au-dessus de la zone à *Planulina* sp. 1256, entre 80 et 150 m de profondeur, les cuttings montrent un nouveau Foraminifères caractéristique : *Nonion* cf. *acutidorsatum*. Il est associé à *Baggina* aff. *pulchra*, *Quinqueloculina* sp., *Buntonia subtriangularis*.

La partie supérieure du sondage traverse des formations alluvionnaires récentes.

Ainsi que le montre la figure 23, le sondage d'Hétin sotta permet de compléter la partie supérieure de la synthèse stratigraphique établie à Pobé. De plus, le calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi* permet d'établir un pendage de 7,3 millièmes en direction du SSW.

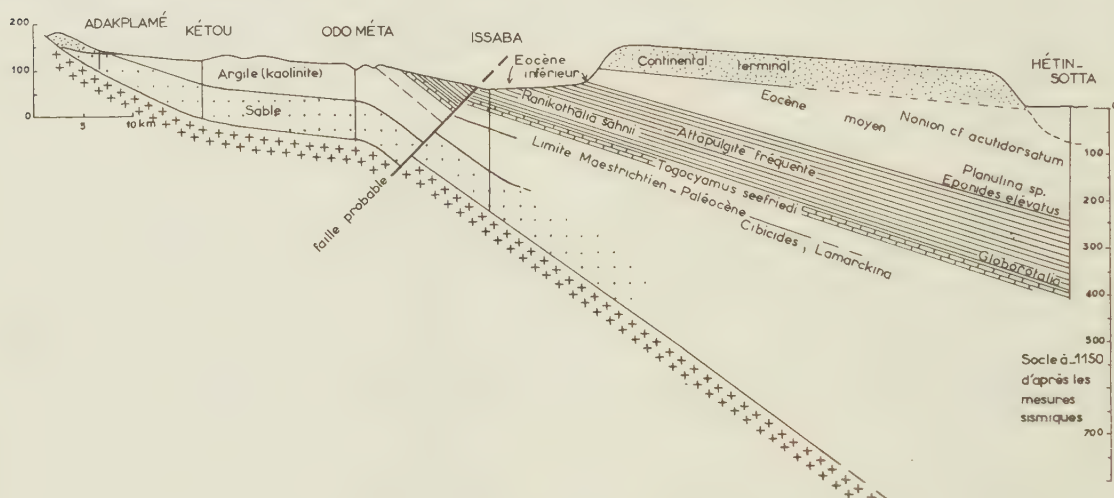


FIG. 23. — Coupe structurale Kétou-Hétin sotta

2. — Etude de la région Bohicon-Séhoué

La position de cette région dans le bassin est indiquée à la figure 9. La figure 24 montre la position des puits et des sondages et indique les altitudes au sol.

Les sondages comprennent les deux sondages de recherche d'eau de Bohicon, le sondage de recherche et d'exploitation d'eau de Séhoué et dix sondages échantillonnés de façon très sommaire et exécutés au cours de la prospection sismique de cette région.

Les puits comprennent quelques puits d'exploitation d'eau mais surtout une série de puits de recherche que j'ai fait forer en 1955 à l'occasion de recherches de phosphate.

L'étude qui suit décrit d'abord les puits et sondages de la région de Bohicon, puis les sondages « sismiques », le sondage de Séhoué, les puits de recherche, pour aboutir à une coupe structurale passant par Bohicon et Séhoué.

a) Puits et sondages de la région de Bohicon

Puits de Dan

Un puits d'une cinquantaine de mètres foré au cours de ces dernières années n'a

malheureusement pu être échantillonné. Les déblais montrent des formations sablo-argileuses brunes à la partie supérieure et des sables blancs, roses ou violacés plus bas.



FIG. 24. — Position des puits et sondages de l'axe Bohicon-Séhoué

Les terrains sédimentaires ont, à cet endroit, une épaisseur comprise entre 50 et 60 m. D'après PROKOPENKO, on trouve à la base de ces formations un petit conglomérat surmonté d'un grès argileux blanc à nombreuses empreintes de feuilles.

Puits de Passagon

La coupe de ce puits, profonde de 58 m, a été relevée jusqu'à 48 m en 1948 par B. FABRE, alors Chef de la Section des Mines du Dahomey. Cette coupe se schématise de la façon suivante :

- 0-22 m : Sable argileux brun rouge jusqu'à 13 m, puis jaune et rouge avec des concrétions ferrugineuses;
- 22-23 m : Niveau à concrétions latéritiques;
- 23-48 m : Formation surtout sableuse blanche, rose ou violacée avec quelques petits niveaux de grès ferrugineux à la partie supérieure.

Il importe de remarquer le niveau à concrétions ferrugineuses situé entre 22 et 23 m. Il semble correspondre à une ancienne surface topographique recouverte ensuite par des formations plus récentes que le faciès tend à rattacher au Continental terminal.

Sondage n° 1 de Bohicon

Ce sondage est situé sur le bord E de la route fédérale Bohicon-Cotonou. L'altitude à cet endroit est d'environ 150 m.

La coupe du sondage est représentée à la figure 25. Il a atteint le socle précambrien à 79 m, après avoir traversé une zone d'altération argileuse.

Entre 57 et 70 m, deux pertes totales de la boue du sondage ont empêché de reconnaître les formations traversées; il s'agit vraisemblablement de sable grossier (non aquifère car le niveau statique est situé à 70 m).

Comme dans le puits de Passagon, la présence de formations latéritiques à concrétions entre 16 et 21 m de profondeur, permet de penser que les niveaux supérieurs sont beaucoup plus récents et appartiennent au Continental terminal.

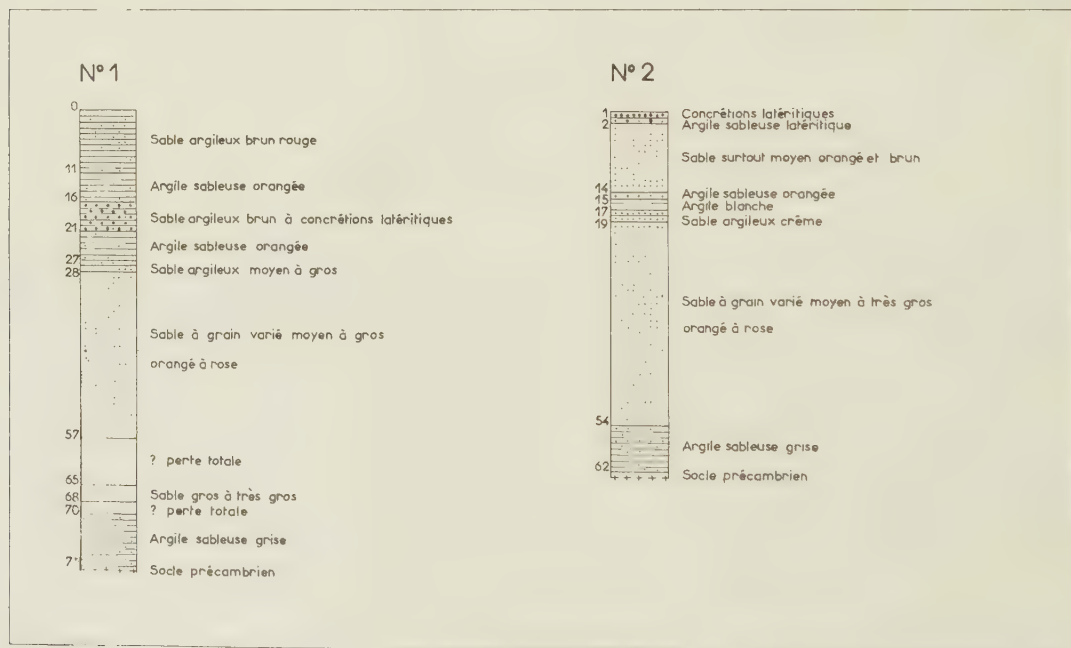


FIG. 25. — Sondages de Bohicon

Sondage n° 2 de Bohicon

Ce sondage est situé à 5,5 km de Bohicon, à 150 m environ à l'Ouest de la route fédérale allant vers Cotonou, à une altitude de l'ordre de 90 m. Il a été transformé en forage d'exploitation destiné à l'adduction d'eau de Bohicon.

La formation traversée est presque uniquement sableuse. Le socle précambrien est un gneiss très riche en biotite.

Le niveau latéritique à concrétions de la partie supérieure se poursuit plus au Nord et semble se raccorder avec celui qui a été signalé dans le sondage n° 1 et le puits de Passagon.

Puits de la région de Cana

Plusieurs puits ont été examinés dans cette région. L'un d'eux, en cours de fonçage en 1952, profond de 41 m et situé à 1,5 km environ au SO du sondage n° 2 de Bohicon, a traversé sensiblement les formations suivantes :

Sable argileux brun rouge.

Argile sableuse jaune .

Sable et sable argileux violacés.

Argile blanche.

Argile blanche compacte à lits parallèles violacés contenant des empreintes de feuilles.

Ces empreintes ont été examinées par E. BOUREAU, mais n'ont pu être déterminées spécifiquement. Ce sont des Angiospermes dicotylédones, ordre connu depuis le Crétacé inférieur et assez largement répandu au Crétacé supérieur, notamment au Niger comme l'a constaté H. FAURE (1).

b) Sondages exécutés au cours de la prospection sismique

Ces sondages, destinés essentiellement à la mise en place de charges d'explosifs, n'ont pu donner lieu qu'à un échantillonnage sommaire et de mauvaise qualité. Ils sont numérotés de A à J, mais ils ne se suivent pas dans l'ordre alphabétique, du Nord vers le Sud.

Le sondage B est situé à côté du marché de Cana. Sous un niveau à concrétions latéritiques de 2 m d'épaisseur, il a traversé 4 m d'argile jaune puis une trentaine de mètres de sable rose violacé. Cette succession est du même style que celle du sondage de Kétou par exemple.

Le sondage A est situé en face de l'embranchement de la première route conduisant à Zado. Il a traversé 4 m de formations latéritiques concrétionnées puis argileuses, puis des argiles blanches ou violacées jusqu'à 24 m de profondeur, puis surtout du sable jusqu'à 79 m. Vers le fond, le sondage a rencontré une petite passée d'argile blanche et deux petits niveaux durs dont la nature n'a pu être définie.

Par rapport au sondage précédent, la succession garde la même allure, mais la formation argileuse supérieure augmente d'importance.

Le sondage H est situé sensiblement à mi-chemin de l'entrée des deux routes conduisant à Zado. La formation latéritique des 3 premiers mètres est intéressante car certaines concrétions, très finement gréseuses, contiennent de petites empreintes de Lamellibranches et de Gastéropodes; les meilleures d'entre elles ont été envoyées au C. E. D. P. (Centre d'Etudes et de Documentation Paléontologiques), mais elles n'ont pu être déterminées. Sous ce niveau latéritique, on trouve ensuite des argiles successivement grises, jaunes, roses, rouges, grises, vertes et bleues et enfin noires et gris foncé, jusqu'à 42 m de profondeur. Puis de 42 à 50 m, on retrouve la formation sableuse des sondages précédents.

(1) Renseignement oral.

Ce sondage marque donc l'apparition des faciès noirs et gris foncé qui sont inconnus plus au Nord.

Le sondage D est le plus profond. Il est situé dans l'angle du second embranchement conduisant vers Zado, et presque en face du village de Zogbodoméy. Il a traversé : 3 m de formations latéritiques, puis des argiles blanches, grises, jaunes et roses jusqu'à 28 m, ensuite une formation argileuse noire et grise avec une petite passée gréseuse dure, jusqu'à 60 m, enfin un ensemble sableux avec également une petite passée gréseuse, jusqu'à 116 m. Cette coupe ressemble assez à celle du sondage d'Odo Méta.

Le sondage C est situé à l'entrée du chemin conduisant au poste forestier d'Agrimey. Il a traversé jusqu'à 18 m : un niveau latéritique puis des formations argileuses blanches et jaunes coupées d'un niveau sableux. Plus bas, des pertes totales de boue n'ont pas permis de reconnaître la nature des couches traversées. Seule la présence d'argile noire a été reconnue au fond, à 30 m.

Les couches supérieures traversées par le sondage ont été reconnues de façon plus détaillée par un puits proche, situé au poste forestier. Sa coupe est la suivante :

0- 3 m : Concrétions latéritiques et argile brune;

3- 6 m : Argile jaune à sable très fin contenant des concrétions limoniteuse à empreintes de Lamellibranches;

6-13 m : Argile grise feuilletée.

Les empreintes de Lamellibranches sont insuffisantes pour la détermination, mais on peut remarquer qu'elles ressemblent beaucoup à celles qui accompagnent *Roudaireia drui*, dans le puits J de la région d'Odo Méta.

Le sondage G, situé entre Agrimey et Zoukou, a rencontré, jusqu'à 25 m, un niveau latéritique puis des argiles blanches et jaunes puis jusqu'à 54 m, des formations argileuses noires avec cependant des faciès jaunes entre 48 et 52 m.

Le sondage I, situé entre Zoukou et H'lagba Dénou, a traversé jusqu'à 22 m, des formations argileuses blanches puis jaunes coupées par un niveau de sable jaune entre 6 et 10 m. Il a rencontré ensuite une formation argileuse noire entre 22 et 30 m, puis du sable blanc jusqu'à 50 m.

Le sondage J a rencontré jusqu'à 18 m, des formations argileuses et sableuses de teinte claire, puis des argiles noires coupées d'un petit niveau dur vers 42 m.

Le sondage E, également situé entre H'lagba Dénou et Lonmé, a traversé jusqu'à 30 m des argiles bleues et noires coupées de passées dures, en particulier vers 30 m.

Le sondage F, situé près de Massi, a rencontré : jusqu'à 6 m, une argile blanche et jaune, de 6 à 18 m, du sable fin jaune, de 18 à 20 m, du calcaire, puis jusqu'à 22 m, de l'argile noire.

En résumé, ces sondages n'apportent que des renseignements assez peu précis. Ils dégagent tout de même, au NW, une superposition argiles claires, sables. Les argiles de la partie supérieure augmentent d'épaisseur vers le SE et prennent des teintes plus foncées. Les sables inférieurs ne sont plus atteints à partir du sondage C, mais de nouveaux niveaux sableux apparaissent à partir du sondage I. Le sondage J et les suivants rencontrent des niveaux durs, probablement calcaires.

c) Sondage de Séhoué

Le sondage est situé au bord de la route fédérale Cotonou-Bohicon, au milieu du village de Séhoué où l'altitude est de 63,5 m. La figure 26 représente la coupe du sondage.

Les dix premiers mètres traversés appartiennent au Continental terminal.

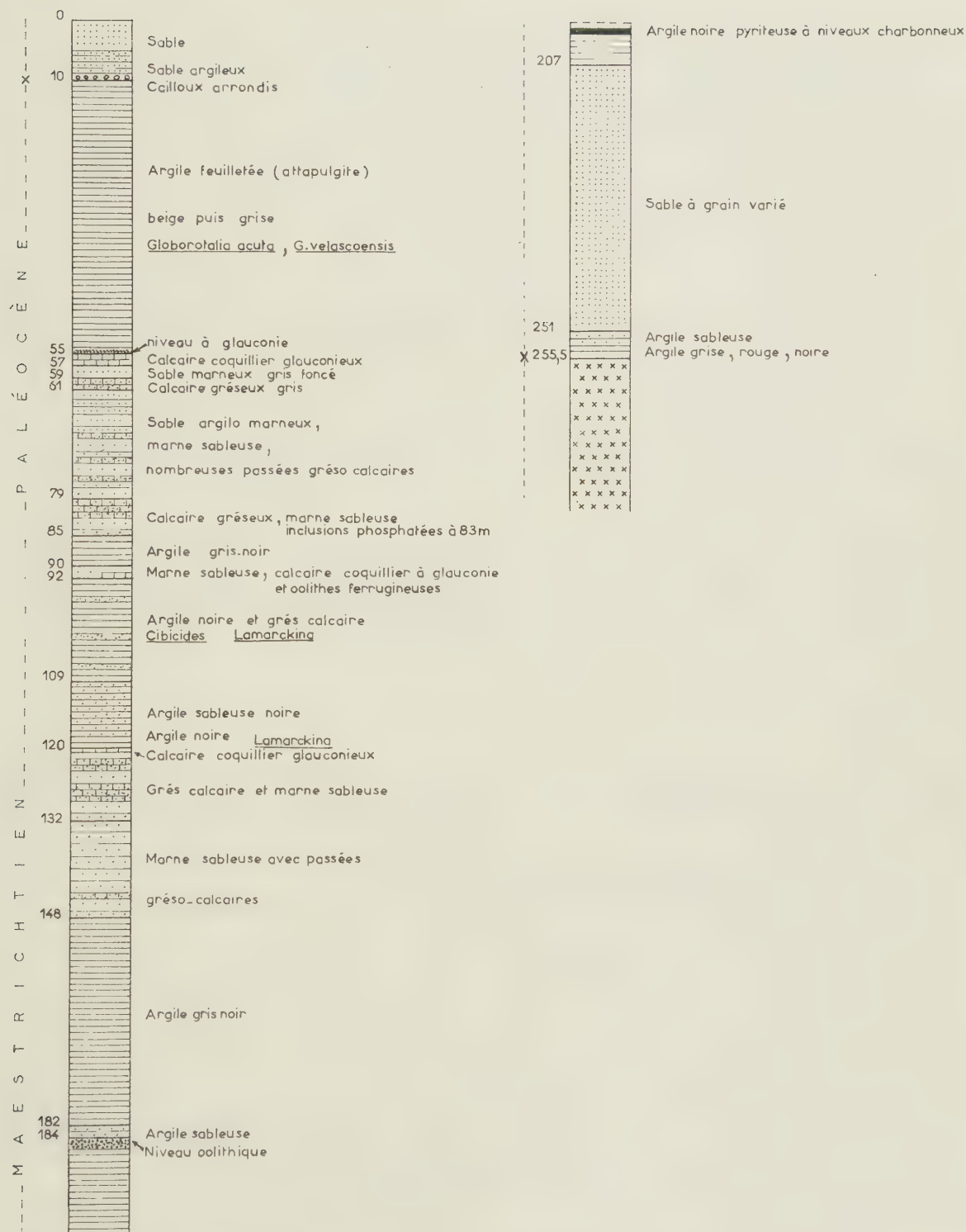


FIG. 26. — Sondage de Séhoulé

De 10 à 55 m, l'argile feuilletée est caractérisée par la présence d'attapulгите, comme l'ont montré plusieurs mesures aux rayons X. A 35 m, la microfaune est nettement paléocène :

Globorotalia acuta TOULMIN, *Globorotalia velascoensis* CUSH., *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Eponides elevatus* var. *trochoidea* LYS, *Robulus midwayensis* PLUM.

La formation à attapulгите repose sur un ensemble calcaire à passées sableuses et gréseuses couronné par un petit niveau glauconieux; il s'agit vraisemblablement de l'équivalent du calcaire à *Togocyamus seefriedi* de l'Est dahoméen, mais je n'ai pu retrouver cet Oursin ici.

La microfaune de la carotte prise entre 76 et 79 m, est peu caractéristique avec *Discorbis* cf. *newmanae* et *Haplophragmoïdes* sp.

La carotte prise entre 83 et 85,5 m montre une microfaune plus abondante mais également peu caractéristique :

Discorbis cf. *newmanae*, *Anomalina grosserugosa*, *Globigerina soldadoensis*, *Cibicides* sp., *Cythereis* aff. *cancellosa*, *Buntonia alabamensis* STEPH., *Buntonia seminuda*, *Leguminocythereis* sp., *Cytherella* sp.

La carotte prise entre 101 et 105 m, conduit à envisager un âge maestrichtien avec :

Cibicides n. sp. à bouton, *Lamarckina* sp. (N'Zida), *Gavellinella* n. sp., ces formes appartenant au Crétacé supérieur de l'Est du bassin. *Cibicides* n. sp. apparaît d'ailleurs dès 93 m; on le retrouve, associé à *Lamarckina* sp. à 120 m, puis la microfaune devient très pauvre et disparaît.

De 184 à 185,8 m, on remarque un niveau particulier gris verdâtre à petites oolithes blanches très tendres dont la matière a été souvent éliminée pour ne laisser que des vides dont le diamètre est de l'ordre du millimètre. Il s'agit probablement de chamosite.

Enfin, de 255,5 à 344,4 m, le socle dur traversé est, comme décrit précédemment, composé d'arkoses fines et de pélites apparemment non métamorphiques.

d) *Les puits de recherches*

Ces puits ont été groupés séparément car ils forment un ensemble homogène par la nature des renseignements qu'ils apportent. Ils sont numérotés, du NW au SE, dans l'ordre alphabétique inverse, de *v* à *a*. Leurs coupes sont représentées sur les figures 27 et 28.

A ces puits, il faut rattacher le puits *y*, foncé ultérieurement. En voici la coupe :

0- 2 m : Concrétions latéritiques enrobées d'argile.

2- 3 m : Argile gris clair à taches orangées.

3- 4 m : Argile beige.

4- 9 m : Argile gris blanc à taches ocre.

9-10 m : Argile à sable très fin abondant, bariolée de blanc, jaune, violet, plus ou moins litée.

10-11 m : Argile finement sableuse à lits fins sableux ou argileux blancs, ocre jaune, violacés.

11-13 m : Sable argileux brun à zones indurées brun violacé.

13-16 m : Sable argileux très fin jaune verdâtre.

Les zones indurées brunes comprises entre 11 et 13 m montrent de rares empreintes de Lamellibranches qui n'ont pu être déterminées, mais ressemblant cependant à celles du puits du poste forestier d'Agrimey. Les recherches de microfaune n'ont pas abouti.

Certains puits de recherche ont traversé des niveaux fossilifères et plusieurs déterminations ont pu être faites :

— Le puits *u*, situé près de Zoukou, a fourni vers 20 m, un débris d'Ammonite : *Spenodiscus* sp.



FIG. 27. — Puits de recherche

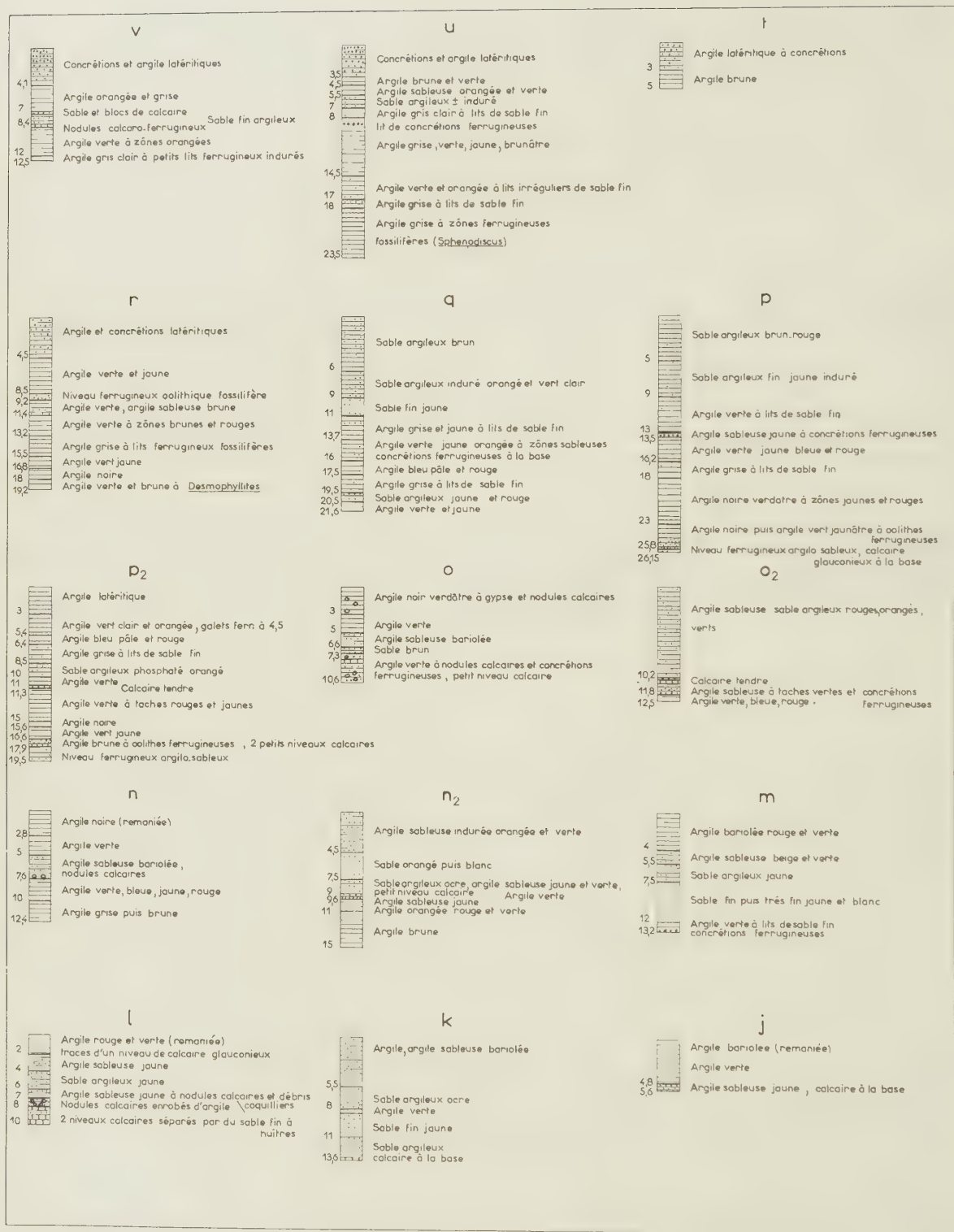


Fig. 28. — Puits de recherche

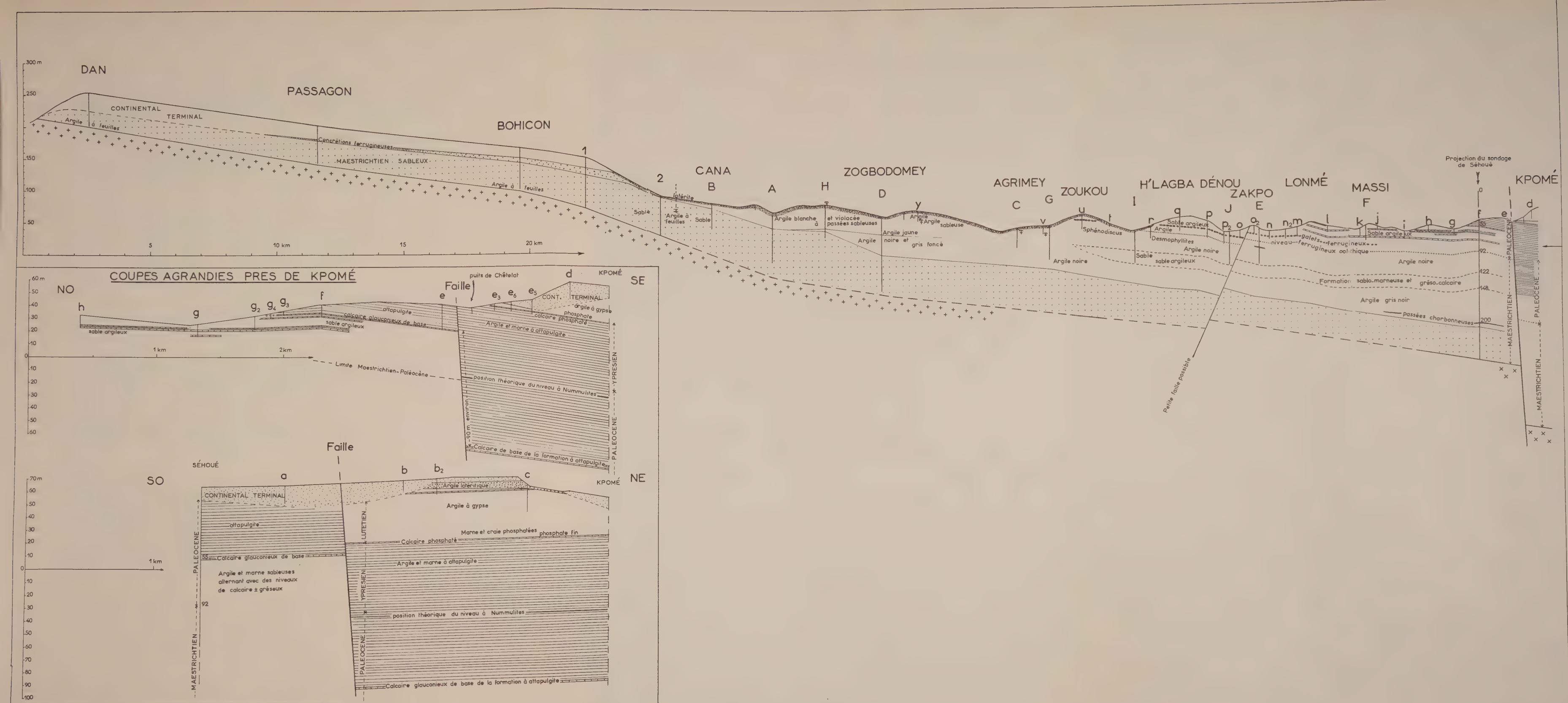


FIG. 29. — Coupe structurale Bohicon-Séhoué

— Le puits r, situé près de H'lagba Dénou, a également permis de découvrir une Ammonite, de grande taille, ainsi que plusieurs Lamellibranches :

Desmophyllites sp., *Roudaireia drui* MUNIER CHALMAS, *Lucina dachelensis* WANNER, *Aphrodina* (*Mesocallista*) *euglypha* WOODS, *Malletia* (*Neilo*) n. sp. (1), *Liopista* sp., *Crassatella* sp., *Cuspidaria* sp.

Cet ensemble caractérise le Crétacé supérieur et plus particulièrement le Maestrichtien.

— Le niveau glauconieux recoupé par les puits f et e, situés entre Massi et Kpomé, a fourni quatre espèces déterminables :

Glycymeris cf. *polymorphus* DESHAYES (espèce nouvelle probable), *Crassatella* cf. *plumbea* CHEMNITZ, *Trachycardium halaense* d'ARCHIAC et HAIME, *Hercoglossa* sp. cf. *diderrichi* VINCENT.

Un âge paléocène est probable.

— Le niveau de phosphate des puits e3, e5, e6, a permis la récolte de plusieurs dents de Poissons, parmi lesquelles : *Odontaspis vincenti* WOODW., *Lamna gafsana* WHITE.

Ces dents indiquent plutôt un âge lutétien, mais on les trouve également à l'Yprésien.

e) *Coupe structurale*

Les puits et sondages qui viennent d'être décrits permettent de dessiner la coupe structurale représentée à la figure 29 et passant par Dan, Bohicon et Kpomé.

Le socle ancien

Le socle précambrien affleure au Nord de Dan et il est atteint par plusieurs puits de la région de Bohicon et par les sondages 1 et 2 situés au Sud de l'agglomération.

Les niveaux durs et argileux du sondage D semblent indiquer la proximité du socle; cette interprétation est confirmée par les mesures sismiques qui indiquent l'isobathe — 100 au droit de Zoukou.

Rappelons que la nature du socle à Séhoué est différente; il est constitué de formations vraisemblablement post-précambriennes. Le contact entre ces formations et le socle précambrien n'est pas encore connu; les mesures gravimétriques peuvent le laisser supposer proche de Séhoué.

Maestrichtien sableux

La formation sableuse traversée à Séhoué entre 207 et 251 m, a été atteinte par les sondages D, H, A, B et 1 et 2 de Bohicon, ainsi que par les puits situés plus au Nord. Mais des arguments décisifs manquent pour savoir si toutes les formations sableuses et sablo-argileuses du plateau de Dan-Bohicon appartiennent au Maestrichtien, ou bien si des formations plus récentes interviennent à la partie supérieure.

La formation latéritique qui recouvre la région Zoukou-Cana et semble se prolonger au Nord par le niveau à concrétions ferrugineuses du sondage n° 1 de Bohicon et du puits de Passagon, vient à l'appui de cette dernière façon de voir.

Niveaux repères

Au-dessus des sables maestrichtiens, les faciès argileux ou argilo-sableux sont assez peu

(1) Le C. E. D. P. m'a signalé que la même espèce a été trouvée dans le Sénonien du Cameroun.

variés, la couleur d'un même niveau change avec la profondeur, de sorte qu'il est difficile de distinguer des niveaux repères valables sur des distances importantes.

Un premier niveau intéressant apparaît dans le puits *r*. C'est un niveau ferrugineux ocre jaune et brun, un peu sableux, induré, à petites oolites et grains bruns, et percé de très nombreuses petites cavités qui semblent provenir de la disparition des oolites et grains précédents. Ce niveau est fossilifère mais n'a pas fourni d'empreintes déterminables. Il est situé à une dizaine de mètres au-dessus du niveau maestrichtien à *Desmophyllites* sp.

On retrouve ce niveau oolithique ferrugineux dans le puits *p* à 24 m; situé à une plus grande profondeur, il est moins altéré et sa teinte générale est plus claire tandis que les oolites et grains ferrugineux sont plus foncés.

Le puits *p2* recoupe également ce niveau à 16,6 m; il est à nouveau plus altéré et plus brun.

Le sondage de Séhoué traverse un niveau comparable entre 90 et 92 m. Il est situé immédiatement au-dessus des niveaux marquant l'apparition de la microfaune probablement maestrichtienne à *Cibicides* n. sp. Connus seulement en cuttings, il apparaît comme étant constitué d'une marne sableuse verte glauconieuse à zones indurées plus calcaires très riches en glauconie et contenant des oolites abondantes, brunes, souvent creuses; on remarque également des oolites tendres blanches ou jaunes et des débris de coquilles. On conçoit aisément que, par altération, un tel niveau riche en fer puisse devenir brun près de l'affleurement.

Ainsi, une analogie de faciès et la position par rapport à la faune maestrichtienne permettent de conclure à l'équivalence du niveau ferrugineux oolithique des puits *r*, *p*, *p2* et du niveau glauconieux traversé entre 90 et 92 m par le sondage de Séhoué. Ce niveau constitue sensiblement la limite supérieure du Maestrichtien.

Un second niveau repère peut être remarqué dans les puits *u*, *q*, *p*, *p2*, *o*, *o2* et *m*. C'est une argile gris-vert, jaune-vert ou jaune contenant des concrétions ferrugineuses en forme de croûtes ou de galets rouges, bruns ou violacés.

Dans les puits *o* et *o2*, un petit niveau calcaire surmonte ce niveau repère; on le retrouve dans le puits *n2*.

Entre les puits *o* et *o2*, le niveau repère change brusquement d'altitude. On peut expliquer cette dénivellation par une inversion du pendage ou bien par une petite faille comme indiqué sur la coupe structurale.

Les cuttings du sondage de Séhoué ne permettent pas de localiser ce second niveau repère. Toutefois, on peut remarquer dans le puits *p2*, un niveau sablo-argileux phosphaté à coprolites situé à 5 m sous le niveau à galets ferrugineux et à 8 m environ au-dessus du premier niveau repère à oolites. Or, dans le sondage de Séhoué, on trouve à 83 m un niveau de sable marneux très fin à inclusions phosphatées, soit également à environ 8 m au-dessus du premier niveau repère. On peut donc supposer que l'équivalent du second niveau repère est situé vers 78 m dans le sondage.

Au-dessus de ce second niveau repère, les faciès changent et on remarque surtout des niveaux calcaires plus ou moins gréseux séparés par des niveaux sableux, sablo-argileux et sablo-marneux.

Le niveau calcaire supérieur est glauconieux; il a été atteint au fond du puits *e*, à 7 m dans le puits *f*, vers la partie supérieure des puits *g* et *g4*, et on en retrouve des traces à la partie supérieure du puits *l*. Ce calcaire glauconieux généralement fossilifère est surmonté d'un niveau meuble très glauconieux et un peu phosphaté. Dans le puits *f*, ce niveau est argileux mais dans le puits *e*, il a 30 cm d'épaisseur et est presque uniquement composé de glauconie en grains; c'est lui qui a fourni la macrofaune paléocène citée plus haut.

Calcaire et niveau glauconieux ont été traversés par le sondage de Séhoué, vers 55 m, ce qui a permis de projeter le sondage sur la verticale du puits *f*, dans la coupe structurale.

Faille de la région de Kpomé

Aussi bien dans le sondage que dans les puits *e*, *f*, *g3*, le niveau glauconieux est surmonté d'une formation argileuse feuilletée caractérisée par la présence d'attapulгите.

On retrouve cette formation à attapulгите au fond des puits *e3*, *e6* et *e5* où elle se termine puisqu'elle est surmontée d'un petit niveau de calcaire à passées conglomératiques phosphatées, lui-même surmonté d'un petit niveau de phosphate blanc à faune yprésienne ou lutétienne (la suite montrera qu'il s'agit de la base du Lutétien), puis de quelques mètres de craie et marne phosphatées, elles-mêmes surmontées par les argiles à gypse du puits *c*.

Ainsi, une corrélation entre les puits *e* et *e3* semble indiquer que la formation à attapulгите a une épaisseur de l'ordre de 20 m. Or, des études aux rayons X faites sur les cuttings du sondage de Séhoué indiquent la présence d'attapulгите entre 10 et 54 m de profondeur, soit sur une épaisseur de 44 m, et le sondage ne montre pas les niveaux supérieurs de la formation que limitent les niveaux phosphatés venant d'être cités.

De plus, dans la région de Pobé, l'attapulгите est répartie dans une formation ayant 110 m d'épaisseur ; le chapitre suivant montre qu'il en est de même dans la région de Toffo, immédiatement à l'Ouest du profil étudié ici.

Enfin, le sondage de Séhoué indique que les vingt mètres inférieurs au moins de la formation à attapulгите appartiennent au Paléocène. Or, si l'on admet que les niveaux phosphatés des puits *e3*, *e6* et *e5* appartiennent au Lutétien inférieur, comme cela sera montré plus loin, nous aurions ici une lacune de l'Yprésien.

Ces diverses remarques montrent l'existence d'une faille de 90 m de rejet environ, passant entre les puits *e* et *e3* et entre le sondage de Séhoué et le puits *b2*. L'inclinaison de la faille n'est pas connue.

A l'appui de l'existence de la faille, on peut remarquer que l'argile à attapulгите du puits *e*, au lieu de rester en grandes plaques lorsqu'on l'extrait, ainsi que cela se produit habituellement, a tendance au contraire à se fractionner en bâtonnets parallèles de 3 à 4 cm de large. Ce fractionnement est certainement la trace des efforts supportés par la formation au moment du fonctionnement de la faille.

Pendages

Les pendages restent généralement très faibles. Par exemple à l'aide du niveau repère oolithique, on peut mesurer un pendage SE moyen de 3 millièmes entre les puits *r* et *f*.

Le pendage augmente sensiblement entre les puits *f* et *e*; il passe à plus de 11 millièmes.

Remarques stratigraphiques

La succession stratigraphique de cette région est presque entièrement incluse dans le sondage de Séhoué. Elle permet de faire un certain nombre de remarques :

— Les petites passées charbonneuses (lignite) traversées par la carotte prise vers 200 m n'ont pas été retrouvées dans la région Zogbodomey-Bohicon; comme dans l'Est du bassin, elles n'apparaissent vraisemblablement qu'à une certaine distance de la bordure du bassin.

— Les sables maestrichtiens sont moins épais à Séhoué que plus au Nord.

— De 122 à 148 m, le sondage traverse des formations marno-sableuses et gréso-calcaires qui semblent correspondre aux formations sableuses du fond du sondage I. Mais elles disparaissent en direction du NW et le sondage G ne les rencontre pas.

— Le niveau à Nummulites cordelées trouvées dans l'Est du bassin existe également dans la région de Toffo, c'est-à-dire immédiatement à l'Ouest du profil Bohicon-Séhoué. On peut donc supposer qu'il existe également dans cette région. La figure 29 montre sa position théo-

rique près de la faille de Kpomé, c'est-à-dire à 50 ou 60 m au-dessus du niveau glauconieux situé à la base de la formation à attapulгите. L'existence de ce niveau, ou peut être d'un autre niveau, à Nummulites est confirmée par un échantillon ramassé, non en place, par A. CHERMETTE en 1942 dans la région du puits e. Cet échantillon, conservé à Dakar, a été envoyé par mes soins au laboratoire de Micropaléontologie du B. R. G. G. M. (Bureau de Recherches Géologiques Géophysiques et Minières) qui y a déterminé : *Operculina (Nummulitoides) tessieri* ABRARD, *Nummulites (Ranikothalia nuttali)* DAVIES.

— Vers la partie supérieure de la formation à attapulгите, un petit puits creusé en 1926 par E. de CHETELAT, indique la présence d'intercalations calcaires et phosphatées. Ce puits, situé à environ 400 m au NW du puits e3 complète la succession traversée par ce dernier :

- 0 -0,50 m : Argile de surface et calcaire.
- 0,50-2,20 m : Schistes argileux.
- 2,20-2,33 m : Phosphate.
- 2,33-2,95 m : Schiste argileux.
- 2,95-3,55 m : Phosphate et calcaire marneux.
- 3,55-3,70 m : Schiste argileux.
- 3,70-3,90 m : Calcaire marneux.
- 3,90-4,70 m : Schiste argileux.

— La craie phosphatée du puits e6 a, à la couleur près, un faciès identique à celui des niveaux surmontant les formations à attapulгите dans le sondage d'Hétin sotta, à 240 m de profondeur. La microfaune est également très abondante, avec de très nombreux *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v I. On peut donc admettre qu'il s'agit du même niveau.

3. — Etude de la région Abomey-Toffo-Bopa-Possotomé

La figure 9 donne la position de cette région dans le bassin et la figure 30 indique celle de ses principaux puits et sondages.

Les sondages comprennent : les trois sondages de reconnaissance faits en vue de la recherche d'un emplacement de captage pour l'adduction d'eau d'Abomey, le sondage de Dénou situé entre Akiza et Dénou et destiné à l'alimentation en eau de la région, les sondages de Bopa et de Possotomé dont l'eau jaillissante alimente également la population locale.

Les puits comprennent quelques puits d'exploitation d'eau et surtout de nombreux puits de recherche de lignite et de phosphate. La recherche du lignite avait été entreprise en 1942 au cours d'une « Mission des lignites » chargée de rechercher au Dahomey le prolongement des formations à lignite de Nigeria. Il n'a pu être trouvé de lignite, mais les puits et sondages exécutés au cours de cette campagne et étudiés par H. BESAIRIE, ont permis d'intéressantes interprétations stratigraphiques, en particulier dans la région Tchito-Toffo, où de plus, plusieurs niveaux phosphatés ont été signalés. Ces indications ont servi de base pour les recherches de phosphate entreprises d'abord en 1952 par le Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord, puis surtout en 1955-56 par le Bureau minier de la F. O. M.

J'ai fait également foncer plusieurs puits de recherche dans la région de Bopa pour compléter les renseignements fournis par le forage.

L'étude qui suit commence par l'axe Akiza-Toffo qui permet d'établir une succession stratigraphique détaillée. Puis, après l'examen d'un détail structural de la région Akiza-Tchito, la succession stratigraphique est complétée d'abord par l'étude de la région située au Nord d'Akiza, puis par celle de la région située au Sud de Toffo. Enfin, les sondages de Bopa et de Possotomé permettent de dessiner une grande coupe structurale.

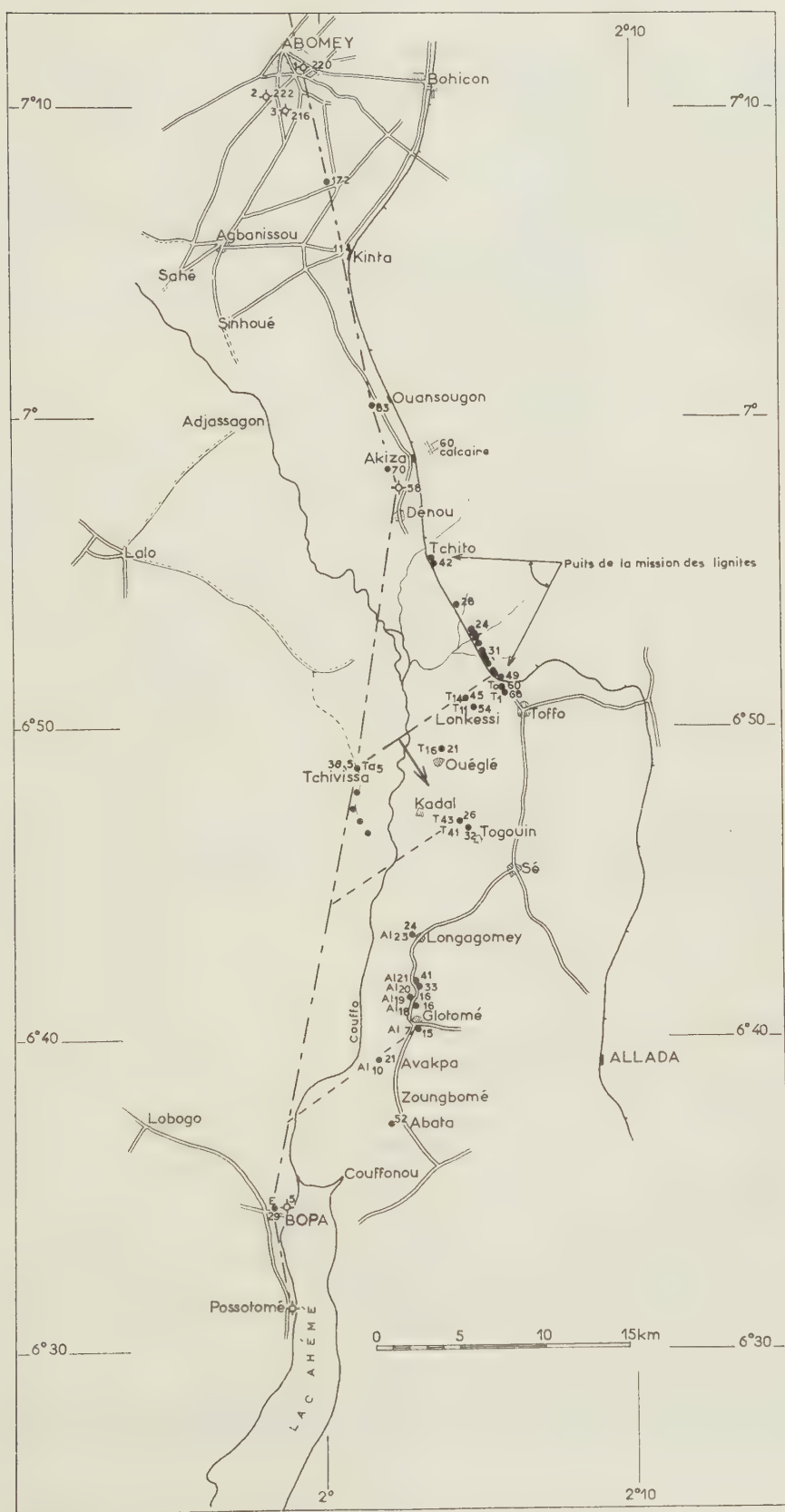


FIG. 30. — Position des puits et sondages de la région Abomey-Bopa avec indications d'altitudes

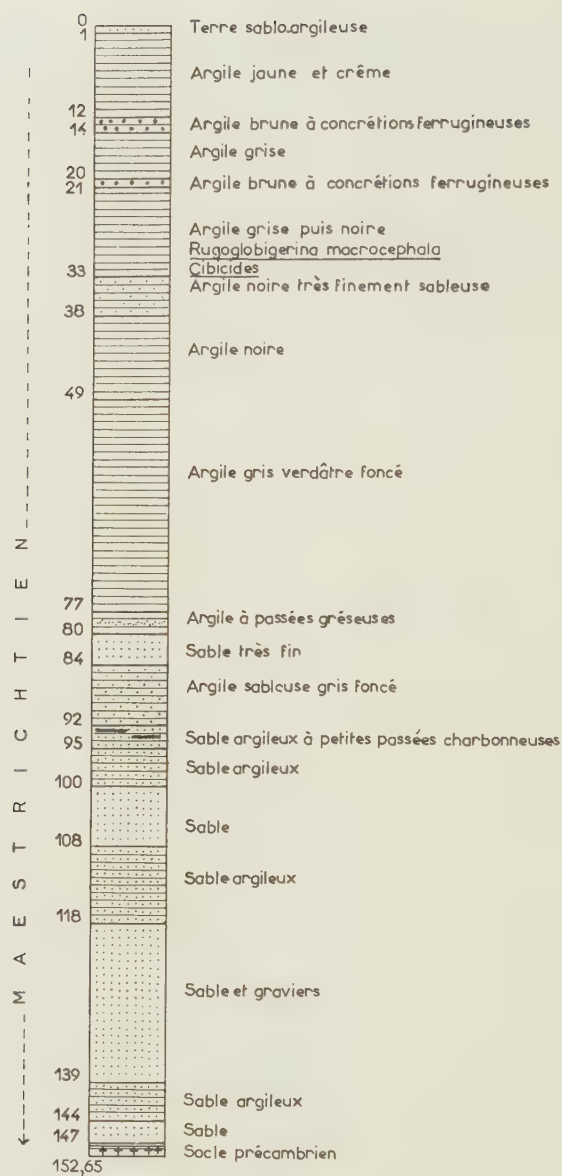


FIG. 31. — Sondage de Dénou

a) Région Akiza-Toffo

Les puits de la région d'Akiza, le sondage de Dénou et les puits situés le long de la voie ferrée Tchito-Toffo permettent l'étude de cette région.

Puits de la région d'Akiza

On peut voir dans cette région trois groupes de puits :

— Un premier groupe comprend le puits de la gare et plusieurs puits situés à quelques centaines de mètres plus au Nord; ils ont moins de 10 m de profondeur et ne traversent que

— Un deuxième groupe de puits est situé à un peu plus de 1 km de la gare, dans une direction comprise entre l'W et l'WSW. Ces puits ont une douzaine de mètres de profondeur et traversent souvent de petits niveaux calcaires, généralement vers le fond. La cote des niveaux calcaires est de l'ordre de 60 m.

— Un troisième groupe de puits est également situé à 1 km environ de la gare, mais dans une direction voisine du NE. Ces puits comprennent : un puits d'exploitation d'eau de 7 m de profondeur et plusieurs petits puits de recherche de calcaire ne dépassant pas 2,5 m de profondeur. Le premier puits montre un niveau calcaire épais de 1,5 m, à 2 m de profondeur. Les puits de recherche retrouvent la partie supérieure du niveau calcaire à une profondeur analogue. Cette partie supérieure est située à une cote voisine de 60 m.

Ce sondage est situé sensiblement à mi-chemin d'Akiza et de Dénou, dans un bas-fond où l'altitude est d'environ 58 m.

La coupe représentée à la figure 31 montre essentiellement une formation surtout argileuse de 80 m d'épaisseur surmontant une formation surtout sableuse dans laquelle on peut remarquer de petites passées charbonneuses de très faible importance. Le socle précambrien, connu seulement à l'état de débris, semble être un granite.

La microfaune indique le Maestrichtien dès 12 m avec *Rugoglobigerina macrocéphala*; on retrouve ce Foraminifère à 26, 28 et 38 m en compagnie de *Cibicides n. sp.* (à bouton) dont l'appartenance au Maestrichtien se confirme donc.

Plus bas, la microfaune est pauvre et en mauvais état à 50 et 68 m, puis on n'en trouve plus.

On remarque que ce sondage n'a traversé aucun niveau calcaire ou marneux.

Les recherches du Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord et du Bureau minier de la F. O. M., faites récemment dans cette région, ont donné des informations équivalentes à celles que H. BESAIKIE avait retirées des travaux de la Mission des Lignite, de sorte qu'il m'a paru logique d'utiliser les travaux de ce dernier comme base de description. L'étude d'échan-

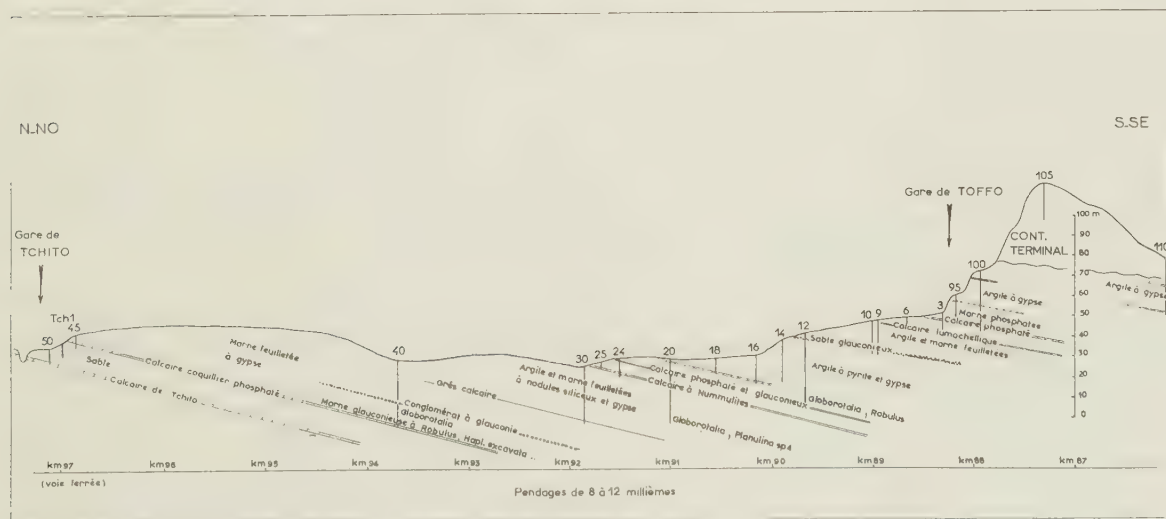


FIG. 32. — Puits de la voie ferrée

tillons recueillis par H. BESAIRE et conservés à Dakar et d'autres provenant du Bureau minier, m'ont permis de compléter les résultats acquis précédemment.

Les puits de la Mission des Lignites sont représentés à la figure 32 dessinée d'après la coupe structurale établie par H. BESAIRE.

— La base de la coupe est fournie par le « calcaire de Tchito ». C'est un calcaire qui affleure sous forme de gros blocs sur les bords du marigot Tchi (sec en saison sèche), immédiatement à l'Ouest du pont supportant la voie ferrée, au Nord de la gare de Tchito. Il affleure également au fond de ce marigot, à 1 km environ en amont du pont.

Ce calcaire, souvent fossilifère, n'a pu fournir de faune déterminable. L'épaisseur de la formation est de l'ordre de 2 m; elle semble constituée de niveaux calcaires plus ou moins continus séparés par des niveaux argileux.

— Au-dessus de ce calcaire, les puits 50 et 45 de la Mission des Lignites et le puits Tch. I du Bureau minier, indiquent une formation essentiellement sableuse d'une douzaine de mètres d'épaisseur. Par exemple, la coupe du puits Tch. I est :

0 - 3 m : Argile sableuse avec enclaves de sable rouge ferrugineux.

3 - 6,8 m : Sable argileux jaune.

6,8-10,3 m : Sable jaune.

— Ces formations sableuses sont surmontées du niveau calcaire du fond du puits n° 40, recoupé également par le puits 45. C'est un calcaire coquillier phosphaté, une partie du phosphate se présentant sous forme d'imprégnations vertes.

— La marne gris foncé glauconieuse qui surmonte ce calcaire est intéressante car elle montre une microfaune assez riche parmi laquelle on trouve les Foraminifères suivants :

Haplophragmoïdes cf. *excavata*, *Robulus midwayensis* PLUM., *Robulus pseudomamilligerus*, *Anomalina midwayensis*, *Globorotalia acuta*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Globigerina triloculinoïdes* PLUM., *Globigerina pseudobulloïdes* PLUM., *Nodosaria* sp.

On retrouve donc ici le niveau paléocène à *Haplophragmoïdes* cf. *excavata* qui, dans le Hollidjé (au Nord de Pobé), surmonte immédiatement le calcaire à *Togocyamus seefriedi* OPP.

— Ce niveau marque la base d'une formation marneuse épaisse d'environ 50 m, très souvent finement feuilletée, dans laquelle l'attapulgit est probablement fréquente. Ces marnes contiennent de fins lits gypseux et des nodules siliceux. Certains niveaux ont permis de trouver des Foraminifères; ainsi le puits 40, à 21,45 m de profondeur, montre :

Globigerina triloculinoïdes PLUM., *Robulus midwayensis* PLUM., *Globorotalia crassata aequa* CUSH. et RENZ.

Au fonds du puits 20, à 32,65 m, on trouve essentiellement *Planulina* sp. 4 Lys et encore des *Globorotalia* paléocènes dont *Globorotalia crassata aequa*.

La partie supérieure de cette formation feuilletée de 50 m d'épaisseur est plus argileuse et présente des faciès papyracés particulièrement caractéristiques.

— Le niveau suivant est un calcaire à Nummulites de 30 à 50 cm d'épaisseur. Ces Foraminifères ont été étudiés par L. M. DAVIES qui a d'abord identifié *Nummulites nuttali* DAVIES du Paléocène de l'Inde; puis revenant sur sa détermination (1952) à cause d'anomalies notées au sujet des formes mégasphériques, il a préféré :

Ranikothalia sahnii DAVIES, *R. savitriae* DAVIES.

Ce sont les mêmes Nummulites que celles du puits F de la région d'Aba, dans l'Est du bassin. Un échantillon du même niveau a été étudié récemment à l'I. F. P. et il y a été déterminé deux formes supplémentaires :

Nummulites (*Operculinoïdes*) cf. *catenula*, *Nummulites* (*Operculinoïdes*) *bermudezi*.

Ces Nummulites cordelées, étudiées au Vénézuéla par M. de CIZANCOURT (1951), sont également généralement paléocènes.

Au-dessus du niveau à Nummulites, commence une nouvelle formation argilo-marneuse, épaisse de 60 m environ, qui se termine dans le puits 100 à 24,9 m de profondeur. Cette formation peut être fractionnée en trois parties :

— A la base, 10 m environ de marne feuilletée avec des intercalations calcaires, glauconieuses et phosphatées. En haut, se situe un niveau de calcaire fossilifère de 2 m d'épaisseur environ.

— Les 26 mètres suivants sont essentiellement argileux et peu feuilletés sauf à la partie tout à fait supérieure où le faciès papyracé reparait. Vers la base de cette formation, le puits n° 12 montre à 31,2 m de profondeur, une microfaune paléocène assez abondante à *Robulus midwayensis* PLUM. et *Globorotalia crassata aequa* CUSH. et RENZ. L'âge paléocène des Nummulites sous-jacentes est ainsi confirmée.

— La formation suivante commence par un niveau glauconieux de 30 à 50 cm d'épaisseur au-dessus duquel on trouve surtout des faciès argileux et marneux finement feuilletés à attapulгите. Cette formation a 21 m d'épaisseur et se termine à 28,9 m de profondeur dans le puits n° 100, sous un niveau calcaire.

Les puits 3 et 6 traversent un niveau de calcaire lumachellique qui a été retrouvé dans un puits plus récent qui m'a permis de recueillir quelques échantillons qui ont été étudiés par le C. E. D. P. :

Venericardia cf. *koerti* OPPENHEIM, *Cardita* (*Baluchicardia*) cf. *viquesneli* d'ARCHIAC et HAIME, *Arca* sp., *Meretrix* sp.

Les indications fournies par ces Lamellibranches ne sont pas déterminantes. Le premier est plutôt paléocène alors que le second tend à indiquer l'Eocène inférieur ou moyen. Il semble que l'on puisse conclure à un âge post-paléocène.

Sensiblement à un niveau analogue, le puits T 11 du Bureau minier, foncé près de Lonkessi, a fourni une microfaune assez pauvre et plus ou moins roulée :

Globigerina sp., *Globigerina* aff. *pseudo-bulloïdes*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v I, *Planulina* sp. 4.

Leguminocythereis applinorum SWAIN, *Leguminocythereis arachoïdes* BERRY, *Leguminocythereis suttoni* STEPHENSON, *Buntonia alabamensis* STEPH., *Cytherideis* sp., *Cytheretta costellata*.

Cette troisième partie argilo-marneuse est coupée de plusieurs niveaux calcaires, phosphatés ou glauconieux, surtout à la partie supérieure. D'après H. BESAIRIE, on peut donner de ces formations la coupe suivante, de haut en bas :

Argile plastique verte (1 m).

Argiles beiges très feuilletées à lits calcaires (4 m).

Calcaire coquillier compact (0,45).

Argile beige très feuilletée (2,5 m).

Marne fossilifère à lits graveleux phosphatés minces (0,1).

Calcaire lumachellique phosphaté glauconieux (0,25) = fond du puits n° 3.

Argile beige feuilletée (4 m).

Calcaire tendre à tests de fossiles, nodules phosphatés, dents de Poissons (0,40).

Argile à nodules de calcaire marneux (0,70).

Calcaire graveleux à nodules marneux, nodules phosphatés, glauconie (0,20).

Argile beige feuilletée avec, à la base, un lit de calcaire siliceux jaune (7,25).

Sable glauconieux (0,25 à 0,50 m) des puits 12, 10 et 9.

Les travaux du Bureau minier de la F. O. M. ont permis d'établir une coupe analogue. Cependant, le puits T 11 de Lonkessi donne une coupe plus compliquée de la zone supérieure. En effet, il montre sous 3,2 m de formations récentes ou remaniées :

3,2- 6 m : Argile gris foncé à coprolithes et débris calcaires.

6 - 6,4 m : Calcaire compact.

6,4- 7 m : Argile finement feuilletée à attapulгите.

7 - 7,2 m : Calcaire.

7,2- 7,4 m : Argile finement feuilletée.

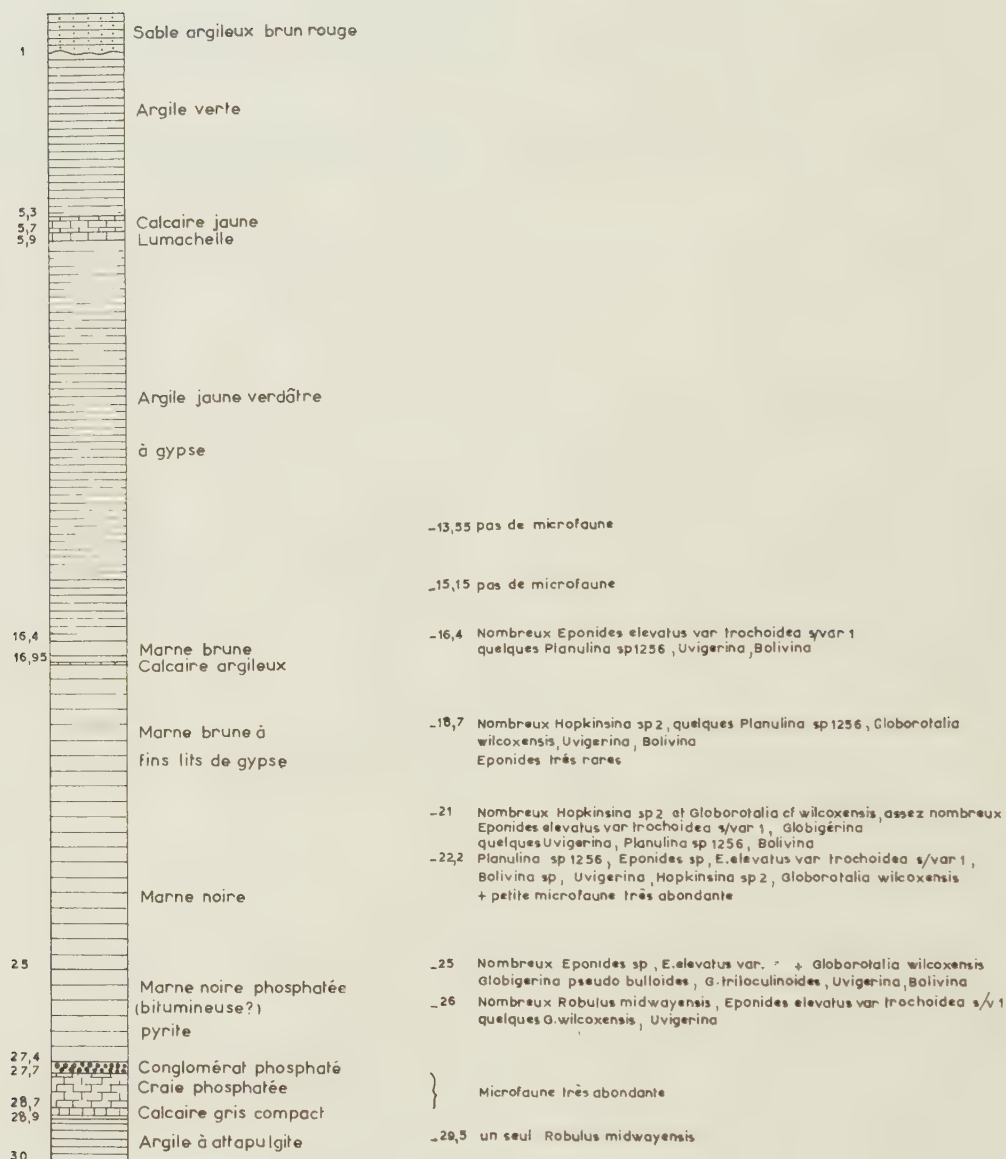


FIG. 33. — Toffo puits n° 100

- 7,4- 7,6 m : Argile noire phosphatée.
- 7,6- 7,8 m : Calcaire compact.
- 7,8- 8,1 m : Argile très phosphatée.
- 8,1- 8,3 m : Calcaire conglomératique.
- 8,3- 9,4 m : Argile finement feuilletée.
- 9,4- 9,8 m : Calcaire coquillier conglomératique.
- 9,8-11,6 m : Argile finement feuilletée.
- 11,6-11,8 m : Conglomérat à coprolithes.
- 11,8-12,4 m : Argile jaune.
- 12,4-12,8 m : Calcaire glauconieux à zones conglomératiques à coprolithes et nodules bruns calcaro-phosphatés.

A l'aide d'indications données par d'autres puits, on établit que ce dernier niveau correspond au calcaire lumachellique phosphaté et glauconieux du fond du puits n° 3.

En plus des complications possibles dans la succession des niveaux, les puits du Bureau minier ont encore montré que l'épaisseur des formations finement feuilletées (à attapulгите) de la partie supérieure pouvait être variable, suggérant une phase d'érosion sous-marine à la fin de leur dépôt.

— Les niveaux surmontant immédiatement les formations de 60 m d'épaisseur qui viennent d'être décrites, ont été recoupés par plusieurs puits. le puits n° 100 décrit par H. BESAIRIE, les puits T 0 et T 1 et ceux de la région de Lonkessi, du Bureau minier. Il sera surtout fait mention du puits n° 100 dont j'ai pu étudier les échantillons conservés à Dakar. Sa coupe est représentée à la figure 33.

Au-dessus des formations à attapulгите dont il a été question dans les pages précédentes, on rencontre d'abord un petit niveau de calcaire gris cristallin dans lequel on peut distinguer des grains de glauconie et des Foraminifères qui semblent être surtout des *Eponides*.

Vient ensuite un niveau caractéristique, gris également, et de faible densité. Cette roche, indurée, n'a pu être lavée avec les méthodes habituelles; on y distingue cependant une microfaune très abondante responsable de la légèreté et de la porosité de la roche. On peut reconnaître dans cette microfaune, les genres *Eponides*, *Uvigerina*, *Globigerina*, ainsi que *Globorotalia cf. wilcoxensis*, noyés dans une pâte à Foraminifères de très petite taille qui semblent être surtout des Globigérines. Cette roche est phosphatée, c'est une craie phosphatée. Sa position et son faciès l'identifie à la craie phosphatée du puits e6 de la région de Kpomé (fig. 28).

Dans cette craie, on remarque en inclusions des coprolithes ou nodules phosphatés qui se concentrent ici surtout vers la partie supérieure où ils forment un conglomérat de 30 cm d'épaisseur. Dans le ciment calcaro-phosphaté de ce conglomérat, on distingue un mélange hétérogène de débris de Poissons, de calcite, de gypse, de glauconie, de Foraminifères : *Eponides* et individus très nombreux de petite taille.

Au conglomérat phosphaté succède une marne d'abord légère très riche en microfaune et un peu phosphatée. L'abondance de la microfaune diminue vers le haut tandis que la densité augmente; les échantillons de la partie supérieure donnent une réaction phosphatée très faible ou nulle. La microfaune de cette marne est détaillée à la figure 33. On retrouve *Planulina sp. 1256*, déjà signalé au sondage d'Hétin sotta. En-dessous, à 26 m, les *Eponides elevatus var. trochoïdea s/v I* ont le même aspect globuleux que dans le sondage précédent, à 230 et 240 m. Ils sont associés à *Robulus midwayensis*.

Il faut encore remarquer *Hopkinsina sp. 2*, que l'on retrouvera plus à l'Ouest.

L'ensemble craie phosphatée - conglomérat phosphaté est relativement simple dans le puits n° 100, mais il est souvent plus compliqué. Dans la région de Lonkessi, par exemple, à un endroit où la surface des formations à attapulгите est déprimée par suite d'une érosion sous-marine probable, le puits T 11 B du Bureau minier présente la coupe suivante :

- 0 - 3 m : Terre végétale et argile sableuse.
- 3 - 4 m : Argile gris verdâtre à passées sableuses et quelques coprolithes.

- 4 - 7 m : Argile gris verdâtre .
- 7 - 9,8 m : Marne gris brunâtre un peu phosphatée à nodules calcaires, Foraminifères, écailles de Poissons.
- 9,8 -10 m : Marne jaune phosphatée.
- 10 -10,1 m : Phosphate fin pulvérulent riche en Foraminifères.
- 10,1 -10,15 m : Calcaire roux.
- 10,15-10,25 m : Argile sableuse phosphatée.
- 10,25-10,40 m : Argile grise à coprolithes et lits calcaires.
- 10,40-10,50 m : Craie phosphatée.
- 10,50-10,70 m : Calcaire gréseux.
- 10,70-10,20 m : Calcaire et craie phosphatée pulvérulents stratifiés à coprolithes et blocs de calcaire arrondis.
- 12,20-12,30 m : Calcaire gréseux.
- 12,30-12,40 m : Craie phosphatée.
- 12,40-12,45 m : Argile à coprolithes.
- 12,45-12,65 m : Calcaire coquillier brunâtre avec passées finement conglomératiques.
- 12,65-12,90 m : Calcaire à passée irrégulière de marne phosphatée.
- 12,90-13,10 m : Argile brun jaunâtre.
- 13,10-14,30 m : Alternance de calcaire et craie phosphatée avec intercalations d'argile jaune.
- 14,30-15,50 m : Argile à attapulгите.
- 15,50-15,90 m : Calcaire coquillier conglomératique = niveau du puits T 11 à 9,4 m.

Cette coupe est, avec très peu de modifications, celle établie par le Bureau minier. Je n'ai pu disposer des échantillons pour en étudier la microfaune.

Synthèse stratigraphique de la région Tchito-Toffo

Les puits qui viennent d'être cités permettent d'établir la succession stratigraphique représentée à la figure 34, suivant une verticale passant par le puits n° 100.

Les divisions stratigraphiques seront précisées dans un chapitre ultérieur. On peut simplement constater ici que le Paléocène est certain depuis la base jusqu'à la cote — 5,5.

L'ensemble calcaro-sableux situé entre les cotes — 66 et — 80 apparaît comme l'équivalent du calcaire à *Togocyamus seefriedi* existant dans l'Est du bassin.

b) Corrélations entre Akiza, Dénou et Tchito

La région d'Akiza et celle de Tchito montrent la présence de niveaux calcaires. Or, le sondage de Dénou, situé entre ces deux régions, n'en a traversé aucun. Cette absence peut être expliquée de deux façons :

— Si l'on considère que le calcaire d'Akiza est le même que celui du ravin de Tchito, les altitudes figurées sur la feuille Ouagbo au 1/50 000 tendent à faire passer le calcaire au niveau des 4 ou 5 premiers mètres du sondage, comme indiqué sur la figure 35; mais comme toutes ces altitudes sont tout de même approchées, on peut admettre que le sondage commence immédiatement au-dessous du calcaire.

— Mais on peut également supposer qu'entre Akiza et le sondage se trouve une petite faille qui abaisse le compartiment Nord. Dans ce cas, le calcaire d'Akiza n'est pas obligatoirement le même que celui du ravin de Tchito, il peut être plus ancien.

A l'appui de l'hypothèse de la faille, on peut remarquer que cette région est alignée avec celle d'Issaba et de H'lagba Dénou où la présence d'une faille du même ordre a été envisagée. Il pourrait s'agir d'une même faille traversant toute la partie nord du bassin.

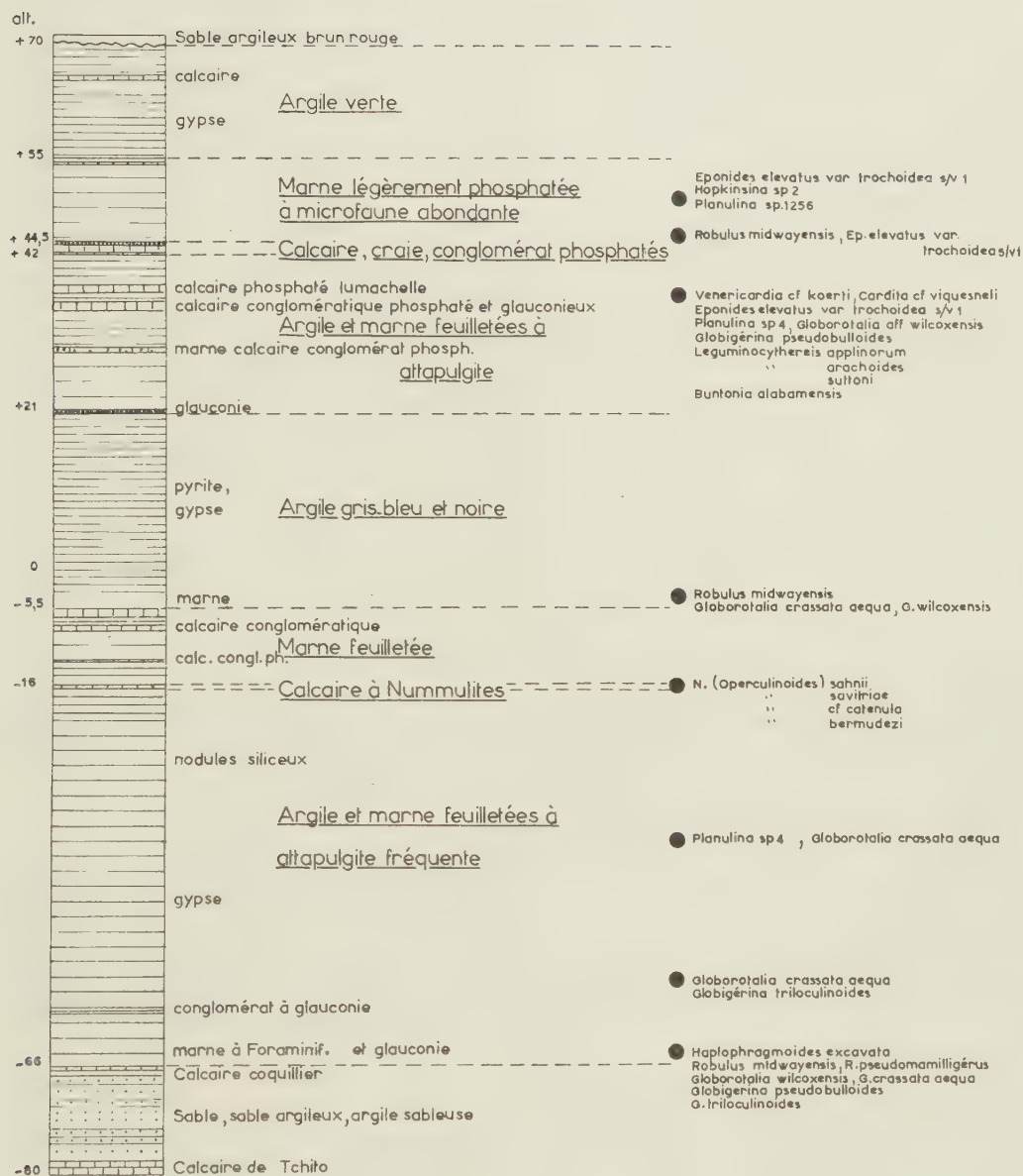


FIG. 34. — Synthèse stratigraphique de la région de Toffo

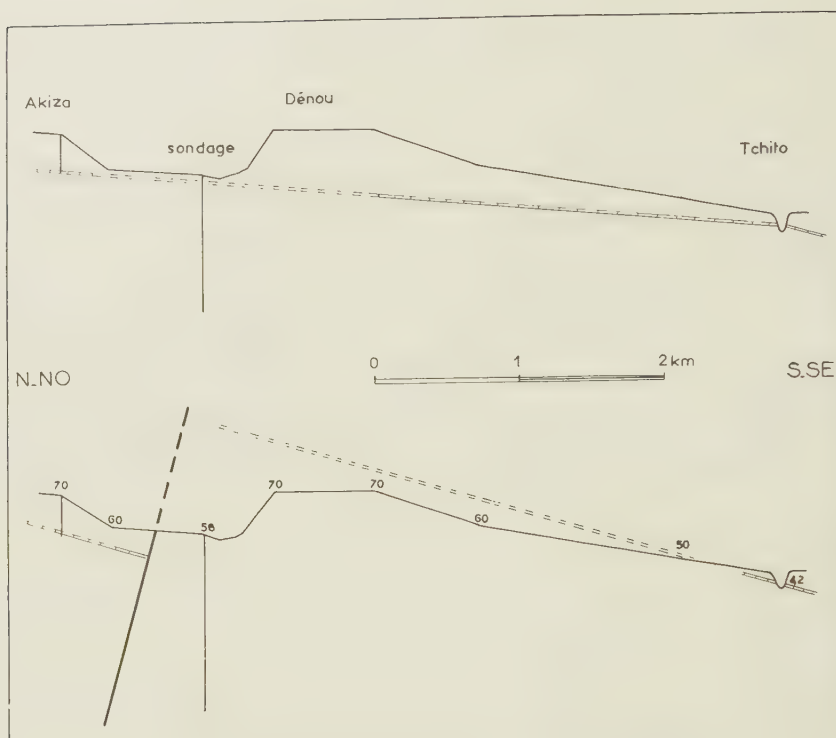


FIG. 35. — Hypothèses structurales entre Akiza et Tchito

La figure 35 représente les deux hypothèses entre lesquelles les informations actuelles ne permettent pas encore de choisir.

c) *Etude de la région située au Nord d'Akiza*

Du Sud vers le Nord, le sous-sol de cette région peut être précisé par les puits et sondages suivants :

Puits de Ouansougou

La coupe de ce puits, exécutée en 1947-48, a été partiellement relevée par B. FABRE (1) :

- 14-16 m : Argile plastique jaune clair.
- 16-17 m : Sable argileux fin.
- 17-18 m : Sable argileux ferrugineux.
- 18-19 m : Argile sableuse.
- 19-20 m : Argile sableuse à concrétions ferrugineuses.
- 20-25 m : Sable limoneux jaune.
- 25- ? m : Argile jaune.

Puits de Kinta

La coupe en est également due à B. FABRE (1) :

- 1- 3 m : Gravillons latéritiques.
- 3- 4 m : Argile sableuse latéritique.

(1) Archives Service des Mines du Dahomey.

- 4- 5 m : Argile blanche litée.
- 5- 6 m : Argile ferrugineuse.
- 6- 9 m : Argile blanche.
- 9-10 m : Argile bariolée de taches rouges.
- 10-12 m : Argile sableuse brune
- 12-14 m : Sable très fin micacé blanc.
- 14-17 m : Sable argileux rougeâtre.
- 17-19 m : Grès orangé.
- 19-20 m : Grès gris friable.
- 20-22 m : Sable anguleux rose.
- 22-23 m : Sable très fin micacé.
- 23-24 m : Grès fin jaunâtre.
- 24-25 m : Sable argileux micacé jaune.
- 25-26 m : Sable anguleux rose.
- 26-27 m : Sable fin micacé jaune.
- 27-29 m : Sable aggloméré à gros grains jaunes, argile sableuse blanche.
- 29-35 m : Sable anguleux blanc à gros grain.
- 35-44 m : Sable violacé à grains anguleux.
- 44-50 m : Sable fin micacé blanchâtre.
- 50-52 m : Sable violacé anguleux, sable limoneux jaune.
- 52-59 m : Sable anguleux rose violacé.

Alors que les niveaux connus du puits de Ouansougon restent dans les faciès argileux ou très fins qui surmontent la série sableuse maestrichtienne, le puits de Kinta pénètre largement dans cette dernière.

Puits situés entre Kinta et Abomey

Lorsque l'on se rapproche d'Abomey, la densité des puits augmente notablement bien que leur profondeur soit toujours importante (au moins 60 m en général). Voici la coupe approximative d'un puits terminé en 1952, établie d'après les déblais :

- 0-25 m : Sable argileux, argile sableuse brun-rouge.
Sable argileux jaune.
Argile plus ou moins sableuse blanche et violacée et grès ferrugineux fin.
- 25-35 m : Argile blanche et grès violacé.
- 35-50 m : Sable violet moyen à gros.
- 50-65 m : Sable blanc et graviers arrondis.

Comme dans la région de Bohicon, il semble que les formations sablo-argileuses de la partie supérieure peuvent être rattachées au Continental terminal alors que les formations argileuses puis sableuses sous-jacentes sont crétacées.

Sondages d'Abomey

Trois sondages de reconnaissance destinés à la recherche d'un point d'eau important pour l'adduction d'eau d'Abomey, ont été exécutés en 1951-52. Le premier est situé dans l'agglomération même, les deux autres sont plus au Sud. Leurs coupes sont représentées à la figure 36.

Les faciès sableux sont largement dominants. Il est également probable que le Continental terminal surmonte ici le Crétacé, mais la zone de contact est difficile à préciser. Peut être est-elle située entre 12,5 et 17,8 m dans le sondage n° 1 et entre 15 et 23,5 m dans le sondage n° 2, si l'on admet que les concrétions latéritiques indiquent une ancienne surface topographique.

Les sondages 1 et 2 montrent respectivement à 48,5 et 60 m, un petit niveau de 10 à 15 cm d'épaisseur maximum, de grès brun (couleur caramel) à éléments de quartz anguleux et ciment

très dur. Ce niveau est assez constant dans la région d'Abomey et de Bohicon et je l'ai trouvé vers le fond de la plupart des puits qui atteignent le socle.

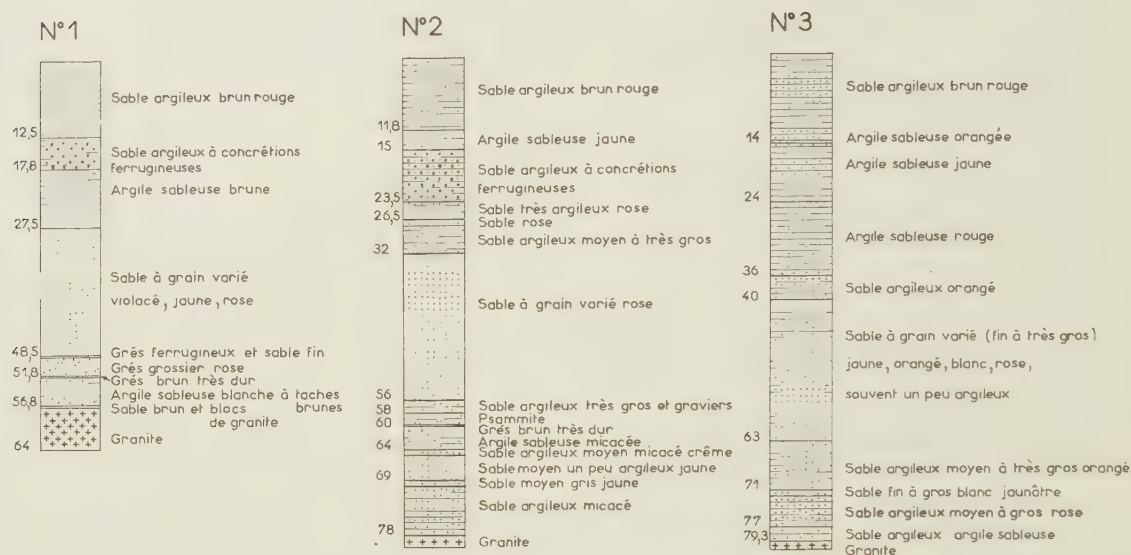


FIG. 36. — Sondages d'Abomey

Le sondage n° 2 montre, entre 58 et 60 m, un niveau particulier à psammite que l'on peut confondre aisément avec certains échantillons quelque peu altérés, micacés et bien lités du socle ancien.

En résumé, l'étude de la région Akiza-Toffo a montré l'existence, à la base de la succession stratigraphique traversée, du calcaire de Tchito et du calcaire équivalent ou plus ancien d'Akiza. Sous ces calcaires, le sondage de Dénou montre une série argileuse de plus de 80 m d'épaisseur, surmontant une série sableuse épaisse d'une soixantaine de mètres. Les puits et sondages qui viennent d'être décrits, montrent que cette série sableuse maestrichtienne se poursuit plus au Nord, jusque dans la région d'Abomey où il semble cependant qu'un recouvrement sablo-argileux plus récent l'empêche d'affleurer.

La présence d'une petite faille abaissant le compartiment nord, est possible entre Akiza et Dénou.

d) Etude de la région située au Sud de Toffo

Les meilleures informations sont fournies par les puits du Bureau minier.

Puits de la région de Tchivissa

Onze puits ont été creusés de part et d'autre du village de Tchivissa, à l'Ouest du fleuve Couffo. Ils sont tous restés dans des niveaux proches du sable glauconieux qui a été cité dans les puits situés entre Tchito et Toffo, en particulier dans le puits n° 10, entre 14,6 et 15 m, soit à une altitude comprise entre 33 et 34 m.

Or le puits Ta 5 (voir fig. 30), situé à proximité immédiate de Tchivissa, trouve ce même

niveau à une altitude comparable. On en déduit que la direction du pendage dans cette région est perpendiculaire à la droite joignant le puits Ta 5 au puits n° 10. Cette ligne de plus grande pente des couches est parallèle à la voie ferrée Tchito-Toffo. Comme il est indiqué sur la figure 32, le pendage, dans cette région, a une valeur variant entre 8 et 12 millièmes.

Puits de Ouéglé

Les puits de cette région traversent des formations analogues à celles rencontrées à Tchivissa. Par exemple, le puits T 16, dont l'altitude de l'orifice est de l'ordre de 21 m, a la coupe suivante :

- 0 - 6 m : Sable argileux, argile sableuse bariolée consolidée.
- 6 - 7 m : Argile sableuse gris foncé à rares coprolithes (formation remaniée).
- 7 - 8 m : Argile phosphatée.
- 8 - 8,1 m : Conglomérat phosphaté.
- 8,1-15 m : Argile jaune feuilletée.
- 15 -15,2 m : Sable à glauconie.

Puits de la région Kadal-Togouin

Le puits T 43 a traversé la succession suivante :

- 0- 7 m : Terre végétale, sable argileux, argile sableuse à graviers.
- 7-11 m : Argile bariolée à rares coprolithes.
- 11-15 m : Marne phosphatée grise, un peu de gypse, coprolithes.

La marne phosphatée de la base a une densité assez faible et son faciès permet de la comparer avec la formation du puits n° 100 de Toffo, comprise entre 16,4 et 27, 4 m (fig. 33). La microfaune très abondante précise cette corrélation car elle comprend en particulier *Robulus midwayensis*, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, et surtout *Eponides elevatus var. trochoïdea* s/v I dont la forme globuleuse caractéristique est celle du puits n° 100 à 26 m ou encore du sondage d'Hétin sotta à 230 et 240 m.

Le puits T 41, placé à une altitude légèrement supérieure (32 m au lieu de 26 m), montre, de 5 à 10 m, une argile verte bariolée d'ocre jaune, à gypse. Ceci reste dans la ligne de la succession décrite à Toffo (fig. 34).

Puits de la région Longagomey-Glotomé

La présence de formations aquifères a obligé à multiplier les puits entre Togouin et Longagomey. Ces puits ont pu mettre en évidence, au-dessus de l'argile à gypse du puits T 41, l'existence d'une formation de 25 m d'épaisseur environ qui comprend :

- à la base, une marne brune sableuse à gypse;
- ensuite une marne gris noir dans laquelle on peut remarquer un niveau à tests de Lamellibranches écrasés et de petits niveaux de sable phosphaté à pseudo-oolithes brunâtres;
- au-dessus, une argile à passées limonitiques ou finement sableuses et légèrement phosphatées;
- et à la partie supérieure, une argile grise sableuse.

La suite de la coupe est fournie par le puits Al 23 de Longagomey :

- 0 - 3 m : Terre végétale et argile sableuse.
- 3 - 4,5 m : Argile gris clair bariolée.
- 4,5- 5,2 m : Marne jaune foncé légèrement phosphatée à petites concrétions calcaires et gypse.
- 8 - 9 m : Argile grise à gypse.
- 9 -13 m : Argile sableuse jaune puis gris verdâtre un peu phosphatée.

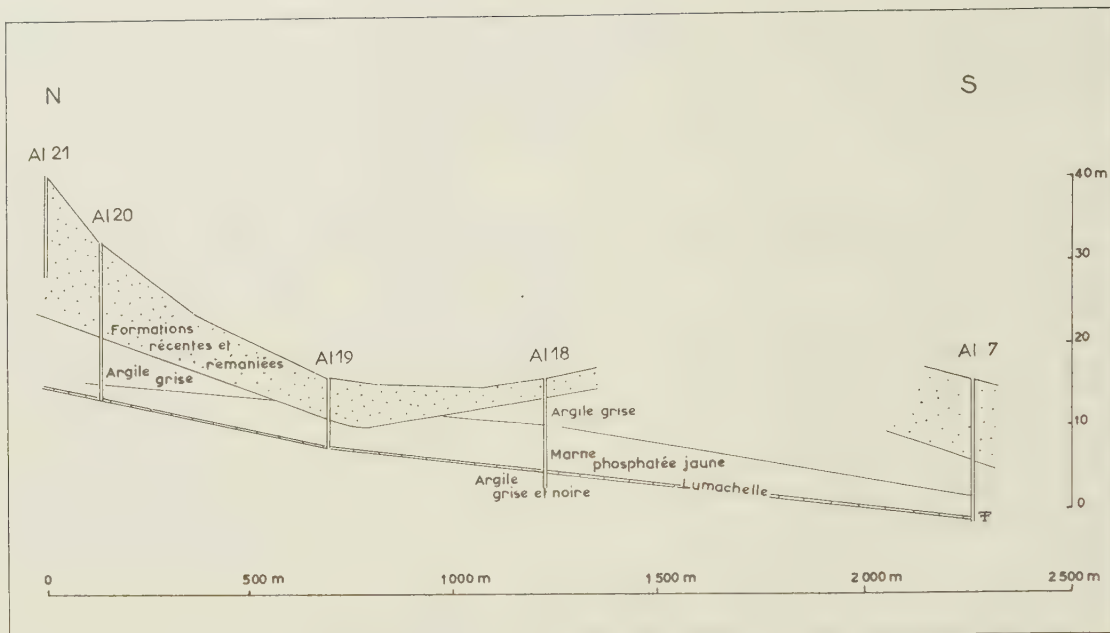


FIG. 37. — Puits de la région de Glotomé

Ces formations sont surmontées, immédiatement ou presque, par les niveaux recoupés par les puits Al 20, Al 19, Al 18 et Al 17, qui sont rassemblés sur un même profil dans la figure 37.

Une lumachelle calcaire ou marneuse permet de raccorder ces différents puits. Cette même lumachelle a également permis, dans le fonds du puits Al 7, la récolte d'une faune déterminable :

Raeta (Labiosa) schweinfurthi MAYER EYMAR, *Carolia placunoïdes* CANTRAINE, *Meretrix* cf. *arnaudi* TESSIER, *Cardium* sp., *Ostrea cayorensis* GORODISKI, *Pristis mucrodens* WHITE, *Galeocerdo latidens* AG., *Odontaspis koerti* STROMER, *Aprionodon* sp.

Cette faune indique nettement le Lutétien.

Dans un échantillon pris dans le même puits à 16 m, on observe également une microfaune assez abondante dans laquelle domine *Cibicides* sp. 343 (LYS); on y trouve également :

Globorotalia cf. *wilcoxensis*, *Bolivina* sp. 1256, *Eponides* sp., ainsi que des formes proches du *Nonion* cf. *acutidorsatum* du sondage d'Hétin sotta.

Puits de la région d'Avakpa

Les puits d'Avakpa traversent des niveaux supérieurs ou partiellement équivalents à ceux du puits Al 7. Des niveaux repères nets manquent pour établir des corrélations précises.

Le puits Al 10 montre d'abord, jusqu'à 11 m, des formations récentes :

- 0- 1 m : Terre végétale;
- 1- 3 m : Sable rougeâtre ferrugineux;
- 3- 5 m : Sable rouge;
- 5- 7 m : Sable argileux jaune;
- 7- 9 m : Argile sableuse bariolée;
- 9-10 m : Argile sableuse jaune;
- 10-11 m : Argile sableuse rougeâtre à graviers de quartz

puis :

- 11-12 m : Argile sableuse bariolée un peu phosphatée;
- 12-16 m : Argile lie de vin claire avec passées jaunes phosphatées;

- 16-18 m : Argile jaune phosphatée;
- 18-22 m : Marne phosphatée ocre;
- 22-24 m : Argile ocre puis verdâtre;
- 24-25,5 m : Argile verte puis noire.

Sous ces argiles vertes puis noires, un puits proche (AIII), montre un niveau de sable jaune très fin fossilifère qui a permis la détermination de :

Ostrea elegans

Odontaspis koerti STROMER, *Galeocerdo latidens* Ag.,

Pristis mucrodens WHITE, *Aprionodon marçaisi* ARAMBOURG,

Physodon sp.

Cette faune indique également l'Eocène moyen. Ce niveau est d'ailleurs probablement peu éloigné de celui du fond du puits Al 7.

En résumé, les puits situés au Sud de Toffo permettent de retrouver d'abord les niveaux de la partie supérieure de la synthèse stratigraphique établie à Toffo, puis d'explorer les formations situées plus haut sur une épaisseur de l'ordre de 40 m.

Ces dernières formations montrent des niveaux appartenant nettement à l'Eocène moyen.

e) Puits de Zoungbomé

Pour compléter la description de la rive gauche du Couffo, au Sud de Toffo, on peut encore citer un puits situé près de Zoungbomé et dont la coupe a été relevée par H. BESAIKIE. L'altitude près du puits étant d'environ 32 m.

- 0 -16 m : Sable de remblayage, argileux à la base;
- 16 -21 m : Argiles.
- 21 -21,3 m : Calcaire argileux fossilifère, débris d'os;
- 21,3-23 m : Argile grise;
- 23 -23,5 m : Calcaire et argile;
- 23,5-24,2 m : Argile verte à gypse;
- 24,2-25,7 m : Marne jaune fossilifère à gypse, calcaire jaune.

Aucun échantillon n'a été conservé, de sorte qu'il est difficile de placer ces niveaux par rapport à la série stratigraphique de la région. On peut simplement présumer que ces niveaux sont plus récents que ceux d'Avakpa.

f) Sondage de Bopa

Le sondage de Bopa est particulièrement important puisqu'il est actuellement le plus profond du bassin. Il est situé vers l'extrémité nord du village de Bopa, à 4,5 m au-dessus du niveau moyen du lac Ahémé, lui-même assez proche du niveau de la mer. La figure 38 représente la coupe du sondage.

La moitié inférieure des formations traversées est surtout sableuse. On note plusieurs passées charbonneuses, apparemment d'assez faible importance. A partir de la profondeur 350 environ des faciès marneux et grésocalcaires interviennent, puis on rencontre des niveaux fossilifères.

La carotte prise entre 301,5 et 305 m, montre la microfaune suivante :

Rugoglobigerina macrocephala, *Globigerina cretacea*, *Gümbelina striata*, *Textularia* sp., *Nonion* sp. (cretacea ?), *Dolococytheridea*, *Clithrocytheridea*, *Paracypris* sp., *Leguminocytheridea*, *Cytheropteron*, *Buntonia* sp., *Cytherella*.

C'est une microfaune du Maestrichtien dans laquelle on retrouve *Rugoglobigerina macrocephala* déjà trouvé à Dénou. On retrouve ce Foraminifère, accompagné d'ailleurs de *Cibicides*

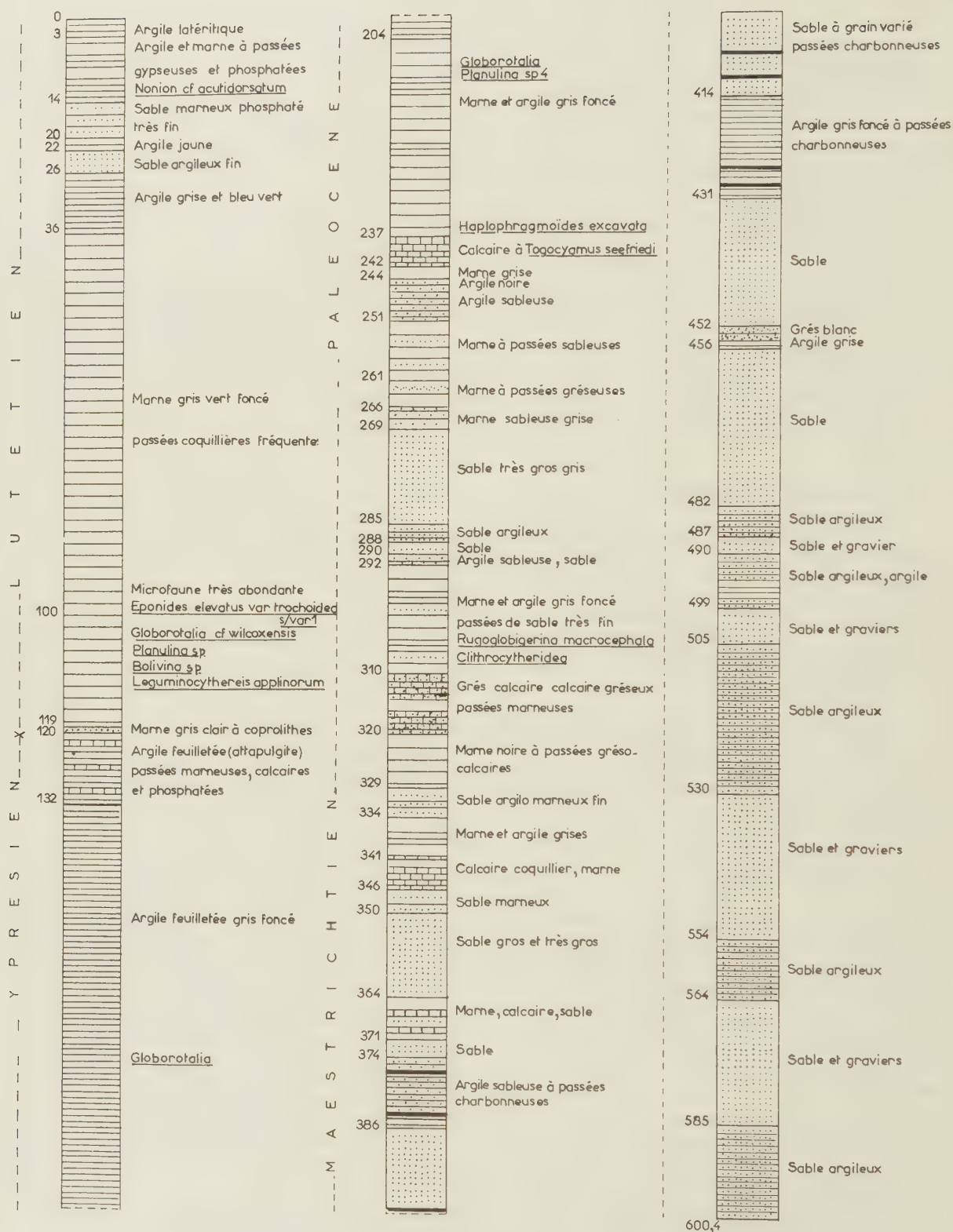


FIG. 38. — Sondage de Bopa

n. sp. (à bouton), dans les niveaux supérieurs, mais pas au-delà de la profondeur 260, qui marque donc sensiblement la limite supérieure du Maestrichtien.

La carotte prise entre 251 et 254,4 m, a surtout fourni des Ostracodes :

Buntonia aff. *alabamensis*, *Buntonia* cf. *shubutaensis*, *Leguminocythereis* sp., *Cythereis* cf. *cancellosa*, *Cytherella* sp., *Basslerites* sp., *Monoceratina* sp., *Parascypris* sp. et quelques Foraminifères : *Discorbis newmanae*, *Robulus* sp.

Cette microfaune ne peut indiquer un étage précis.

De 237 à 242 m, le sondage traverse un niveau calcaire qui, comme dans l'Est du bassin, montre de nombreux exemplaires de :

Togocyamus seefriedi OPPENHEIM qui indique l'étage paléocène.

Le calcaire paléocène est surmonté par des niveaux marneux dont la microfaune paléocène est caractéristique :

Robulus midwayensis, *Robulus degolyeri*, *Haplophragmoïdes excavata*, *Fronicularia phosphatica*, *Anomalina midwayensis*, *Globorotalia crassata aequa*, *Xestoleberis* sp., *Parascypris* sp.

On reconnaît là le niveau du fond du puits n° 40 de la région de Tchito. Les *Globorotalia* sont encore rares à ce niveau, mais ils deviennent nombreux à 210 m où l'on trouve :

Globorotalia acuta, *Globorotalia velascoensis*, *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Planulina* sp. 4.

Cette zone à *Globorotalia* paléocènes se poursuit jusqu'à la profondeur 160 m.

La microfaune devient plus pauvre ensuite, c'est-à-dire au dessus; par exemple, la carotte prise entre 150 et 154,4 m, est azoïque. Par contre, à partir de la profondeur 120 m, la microfaune devient au contraire très abondante :

— A 115 m, la microfaune est caractéristique avec *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v I à forme globuleuse, accompagné de *Robulus midwayensis*; on reconnaît le niveau du puits n° 100 (à 26 m), du puits T 43 (à 15 m), du sondage d'Hétin sotta (à 230 et 240 m).

— Au-dessus, on retrouve encore, dans la carotte prise entre 100 et 101,2, le niveau à *Planulina* sp. 1256, du puits 100 et du sondage d'Hétin sotta, qui contient en outre :

Bolivina sp. 1256, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v I, *Eponides* sp. 564, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Leguminocythereis applinorum* SWAIN, *Cytherideis* sp. 130.

Dans les niveaux supérieurs, la microfaune se raréfie à nouveau. On en retrouve cependant dans la carotte prise entre 50,5 et 56 m :

Cibicides sp. 6, *Cibicides simplex*, *Bolivina* sp. 1256, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Buntonia* sp., *Leguminocytheris* sp., *Trachyleberis pidgeoni*.

L'abondance des *Cibicides* permet peut-être de rapprocher ce niveau de celui traversé par le puits Al 7. Dans la même carotte, on trouve de nombreux fragments de coquilles de Lamellibranches parmi lesquels il a pu seulement être déterminé :

Venericardia sp. aff. *koerti*, *Meretrix* sp. qui ne donnent aucune indication d'âge.

Plus haut, la microfaune redevient rare, mais on note l'apparition, à partir de la profondeur 40 m, de *Nonion* cf. *acutidorsatum*, déjà rencontré dans le sondage d'Hétin sotta.

Mais, en plus de la microfaune, la nature des minéraux argileux fournit également des repères intéressants. Comme entre Toffo et Tchito, on retrouve dans le sondage de Bopa, deux zones à faciès finement feuilleté dans lesquelles les analyses aux rayons X indiquent la présence d'attapulгите. La zone inférieure est située sensiblement de 235 à 190 m, et la zone supérieure de 140 à 120 m.

Puits de Bopa

Le sondage de Bopa donnant quelques indices de phosphate à la partie supérieure, j'ai fait foncer plusieurs puits de recherche à proximité.

L'un de ces puits, le puits E, traverse d'abord 21 m de formations sableuses appartenant au Continental terminal, puis 8 m d'argiles et marnes qui viennent se placer immédiatement au-dessus des niveaux traversés par le sondage. Ces 8 derniers mètres comprennent les faciès suivants :

21-24 m : Argile gris clair;

24-25 m : Marne ocre et grise fossilifère à inclusions de gypse et de phosphate;

25-28 m : Argile grise à gypse;

28-29 m : Marne fossilifère ocre jaune un peu gypseuse.

Le niveau marneux du fond comporte de nombreuses empreintes de Lamellibranches et certaines ont pu être déterminées :

Raeta (Labiosa) schweinfurthi MAYER EYMAR, *Cardita (Cosmanella) aff. camerunensis* OPP., *Cardium cf. monodi* TESSIER, *Meretrix cf. arnaudi* TESSIER, *Nuculana sp.*, *Arca (Fossularca) paralactea* OPP., *Lucina innesi* CUVILLIER, *Plicatula polymorpha* BELLARDI.

Les deux derniers Lamellibranches ne sont pas connus avant le Lutétien, et même le Lutétien supérieur (Sénégal, Egypte); le dernier pourrait même indiquer le Bartonien (Egypte, Nigeria). Le niveau est donc lutétien et même peut-être lutétien supérieur.

g) Sondage de Possotomé

Ce sondage est situé à 6 km au Sud de Bopa, également au bord du lac Ahémé. Sa coupe est représenté à la figure 39.

La corrélation avec le sondage de Bopa est facile car le calcaire de base contient *Togocyamus seefriedi* du Paléocène. Ce calcaire est surmonté d'un niveau à *Haplophragmoïdes excavata* qui marque la base d'une zone à *Globorotalia* paléocènes (*G. acuta*, *G. crassata aequa*) dont la limite supérieure est située vers 250 m de profondeur.

La limite supérieure des argiles à attapulгите, également présentes ici, est situé à 195 m. Au-dessus, se placent des formations à craie et marne plus ou moins phosphatées, à microfaune très abondante. Un échantillon prélevé à 177 m, montre :

Planulina sp. 1256, *Eponides elevatus var. trochoïdea s/v 1*, *Bolivina sp.* 1256, *Globorotalia cf. wilcoxensis*.

Entre la profondeur 110 m et la partie supérieure de la série marine éocène, soit 26 m, le Foraminifère caractéristique est :

Nonion cf. acutidorsatum, comme dans le sondage d'Hétin sotta.

Ce sondage traverse donc 50 m de formations éocènes de plus que celui de Bopa; les faciès marneux coquilliers dominant dans ces niveaux supplémentaires qui appartiennent vraisemblablement au Lutétien supérieur.

h) Coupe structurale Abomey-Possotomé

Cette coupe structurale, représentée à la figure 40, passe par le sondage n° 1 d'Abomey, la projection du sondage n° 3, le sondage de Dénou, le puits Ta 5 de Tchivissa sur lequel a été projetée la synthèse stratigraphique établie à Toffo, le sondage de Bopa et celui de Possotomé. Sur l'alignement Tchivissa-Bopa, ont été projetés les puits T 43 et A1 7 de la rive gauche du Couffo. (Voir fig. 30).

Les principaux niveaux repères sont constitués par :

- Le calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi*;
- Le niveau à *Haplophragmoïdes excavata*;
- La zone à *Globorotalia* paléocènes;
- Les faciès à attapulгите;

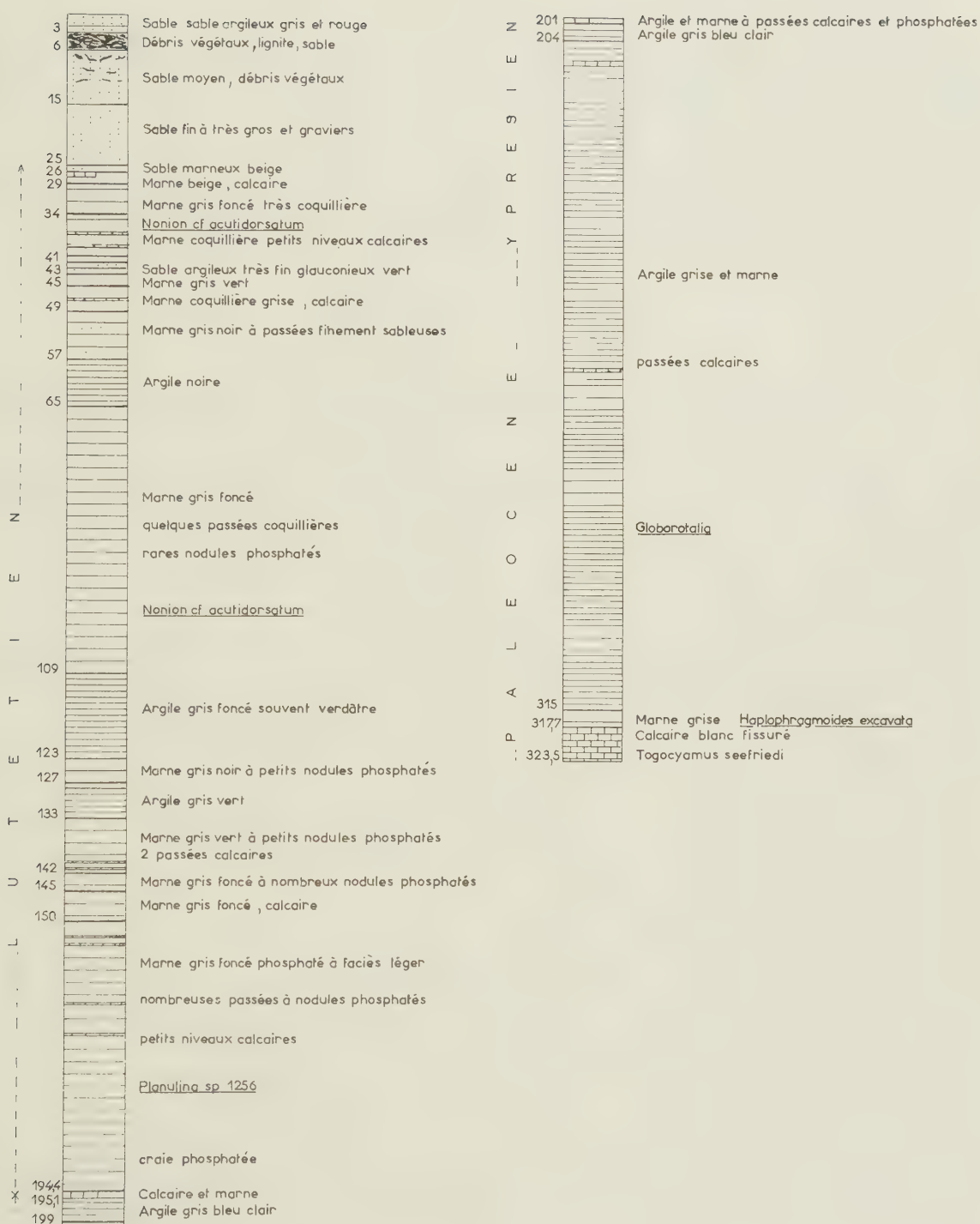


FIG. 39. — Sondage de Possotomé

- Le niveau à *Planulina* sp. 1256;
- Les couches à *Nonion* cf. *acutidorsatum*.

Au Crétacé supérieur, on constate que la zone à niveaux charbonneux ne prend de l'importance que dans la partie profonde du bassin, c'est-à-dire à une certaine distance de la bordure. Il en est de même pour les formations marneuses et grésocalcaires de la partie supérieure du Maestrichtien.

Les mêmes remarques avaient été faites dans les régions de Pobé et de Séhoué.

Les pendages, mesurés entre Tchivissa et Bopa, sont de l'ordre de 6 millièmes. Ils augmentent entre Bopa et Possotomé et atteignent 13 millièmes. Cette augmentation peut être au moins en partie, expliquée par le changement d'orientation de la coupe structurale.

4. — Le plateau de Zagnanado

Avant de poursuivre l'étude du bassin vers l'Ouest, il importe de donner quelques détails au sujet du plateau de Zagnanado situé entre les plateaux de Kétou et d'Abomey (fig. 9 et 10).

C'est un plateau de faible importance, coincé entre les vallées du Zou et de l'Ouémé. Il domine au Nord de Banamé la pénéplaine précambrienne, et l'on peut noter à cet endroit des altitudes de l'ordre de 150 m. L'altitude décroît vers le Sud, atteint 100 m à Zagnanado, et une cinquantaine de mètres dans la partie méridionale du plateau où le contact avec la vallée de l'Ouémé est marqué par un abrupt net.

L'existence de plusieurs sources, la proximité du Zou et de l'Ouémé, font que les puits sont peu nombreux et le sous sol est assez mal connu.

Les sources de Zagnanado donnent les premières indications : situées au SE de Zagnanado et en contre bas, elles montrent le contact entre un grès assez grossier et un socle précambrien altéré à aspect de gneiss. Ces affleurements permettent de déduire que les formations sédimentaires du plateau de Zagnanado ne dépassent pas une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

Le sondage de Cové donne des indications plus précises. Exécuté en 1951 sur la place du marché de Cové, à une altitude de l'ordre de 117 m, il a traversé les niveaux suivants :

- 0 -14 m : Sable argileux, argile sableuse brun rouge;
- 14 -15 m : Sable argileux brun rouge, grès ferrugineux conglomératique;
- 15 -20 m : Sable gros et très gros, graviers de quartz, débris latéritiques;
- 20 -29 m : Sable fin à très gros jaune orangé;
- 29 -29,3 m : Sable et argile blanche;
- 29,3-30 m : Sable très fin et fin micacé;
- 30 -33,1 m : Sable fin à très gros jaune orangé et rose;
- 33,1-33,7 m : Sable argileux moyen à très gros orangé;
- 33,7-35,8 m : Sable fin à très gros orangé, graviers, argile blanche et grès ferrugineux;
- 35,8-45,5 m : Sable fin à très gros violacé ou rose, passée de grès ferrugineux;
- 45,5-46,7 m : Sable argileux très gros et graviers;
- 46,7-48 m : Argile sableuse blanche et sable argileux très gros;
- 48 -50,8 m : Argile blanche et verdâtre à grains de quartz = granite altéré.
- 50,8-56 m : Granite.

Le grès ferrugineux conglomératique traversé entre 14 et 15 m semble être le prolongement des formations à graviers et galets roulés que l'on trouve en surface entre Cové et le Zou. Ces formations sont analogues à celles que l'on voit en bordure du plateau d'Aplahoué et qui appartiennent à la partie supérieure du Continental terminal.

On peut donc supposer que le plateau de Zagnanado est en partie recouvert par des formations appartenant au Continental terminal.

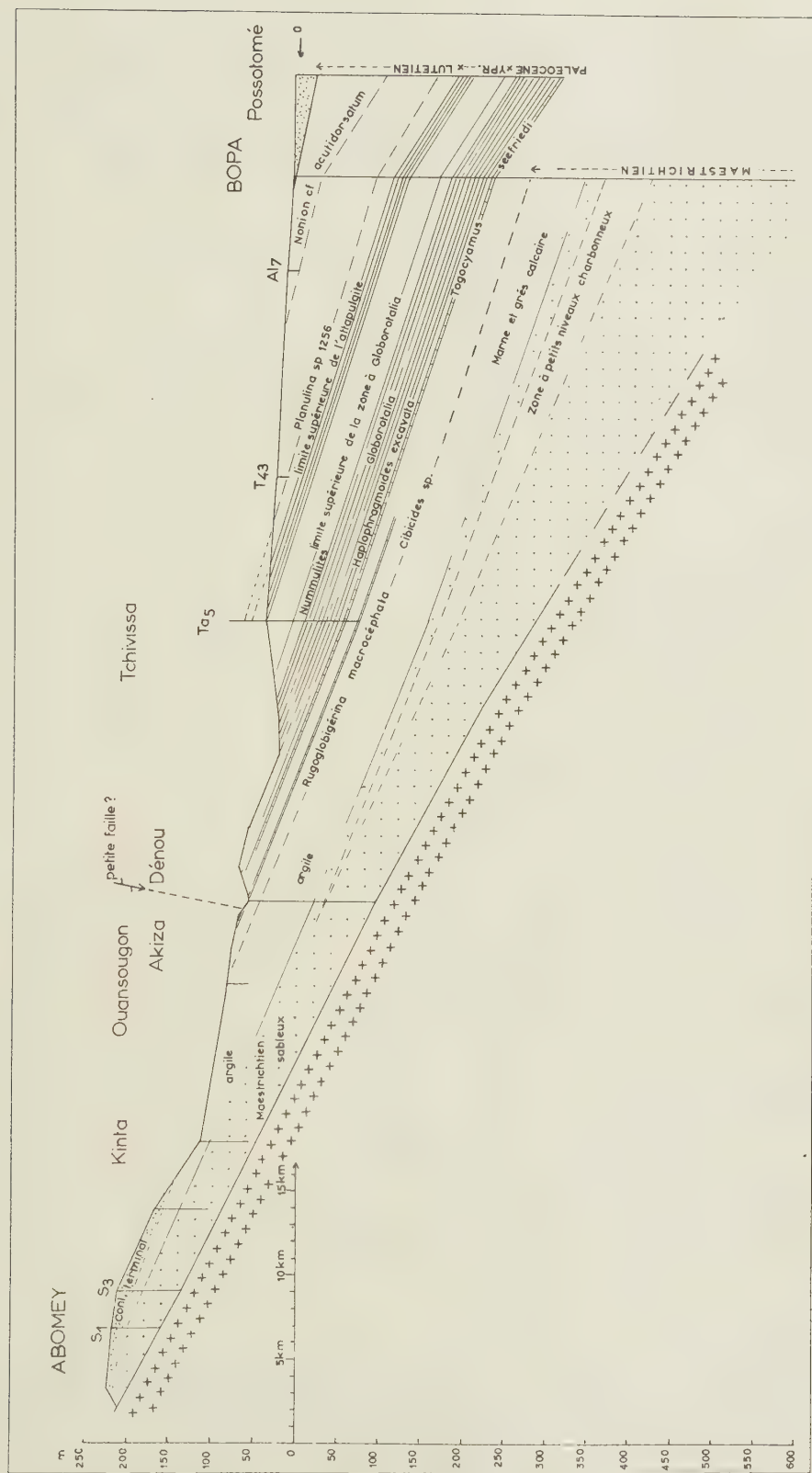


FIG. 40. — Coupe structurale Abomey-Possotomé

Mais, une comparaison avec les plateaux de Kétou et d'Abomey, suggère qu'une partie au moins des niveaux sableux traversés par le sondage, appartient au Maestrichtien.

On pourrait donc avoir également ici une superposition Maestrichtien-Continental terminal, avec une limite située, à Cové, entre 15 et 20 m de profondeur. Mais cette région gagnerait à être précisée par des travaux supplémentaires de puits ou sondages.

5. — Etude de la région Gandjazoumé, Bapodji, Bopa

La figure 9 donne la position de cette région dans le bassin, et la figure 41 situe les puits et les sondages.

Les renseignements acquis sur cette région sont dûs à l'ancien puits de Gandjazoumé, à 25 puits de recherche de phosphate que j'ai fait creuser entre Tinou et Lobogo, aux sondages de Bapodji et de Bopa.



FIG. 41. — Position des puits et sondages de la région Gandjazoumé-Bopa

a) Puits de Gandjazoumé

Les puits examinés dans la région de Gandjazoumé étaient sans déblais. Mais A. CHERMETTE signale un puits dont les vingt premiers mètres comportent une formation schisto-argileuse alternant avec de petits niveaux calcaires.

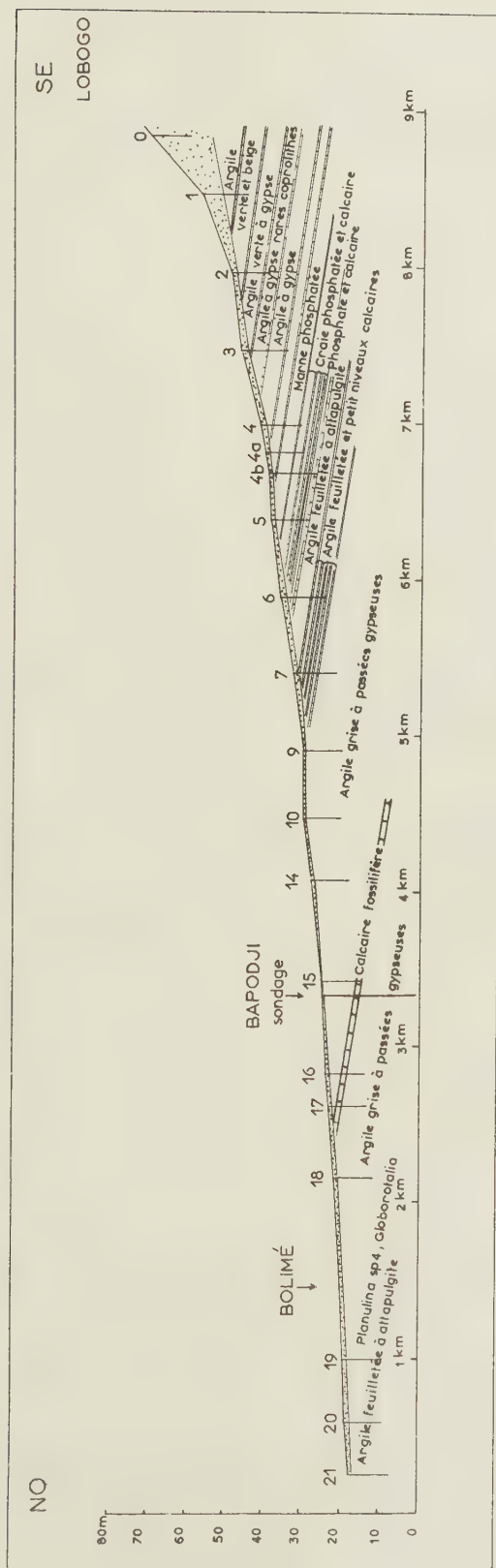


Fig. 42. — Coupe structurale Tinou-Lobogo

Un échantillon de ce puits, conservé à Dakar, montre une argile très finement feuilletée qui a tout à fait le faciès des formations à attapulгите. La microfaune y est pauvre et n'a permis de reconnaître que quelques *Bolivina*, *Globigerina*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Globorotalia crassata aequa*, qui suffisent cependant pour indiquer le Paléocène.

b) Puits de recherche situés entre Tinou et Lobogo

Ces puits ont été creusés en 1955. Ils ont permis d'établir la coupe structurale de la figure 42 qui montre du NW au SE, c'est-à-dire de haut en bas :

— Depuis le puits n° 21 jusqu'à la base du calcaire traversé par les puits 17, 16 et 15, la formation est monotone avec des faciès argileux gris et beiges souvent finement feuilletés, en particulier vers la base, où un échantillon du puits 21 contient 50 % d'attapulгите dans sa phase argileuse. De fins lits gypseux sont fréquents.

Des échantillons prélevés dans les puits 21, 20 et 19, ont montré une microfaune pauvre du Paléocène dans laquelle on reconnaît :

Planulina sp. 4, *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia velascoensis*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Robulus midwayensis*.

C'est la « zone à *Globorotalia* » des sondages décrits précédemment.

— Le calcaire traversé par les puits 17, 16 et 15, a une épaisseur de 1,4 m. Il est fossilifère et quelques déterminations ont pu être menées à bien au C. E. D.P. :

Cardita (*Baluchicardia*) cf. *viquesneli* d'ARCHIAC et HAIME, *Callista* (*Microcallista*) *gruneri* OPPENHEIM, *Venericardia* sp., *Turritella* (*Haustator*) *slanskii* BREBION, Polypier se rapprochant de *Cyclolites ranikoti* DUNCAN.

Cette association n'est pas caractéristique car le second Lamellibranche est paléocène alors que le premier tend à indiquer un âge plus récent.

— Au-dessus de ce calcaire, on retrouve une formation argileuse plus ou moins feuilletée à fines intercalations gypseuses.

— Vers le milieu du puits n° 7, apparaît à nouveau une formation finement feuilletée à attapulгите contenant de nombreux petits niveaux calcaires souvent un peu phosphatés.

— Comme dans le puits n° 100 de la région de Toffo, la formation à attapulгите est directement surmontée par un faisceau phosphaté qui est ici particulièrement important.

Une bonne coupe de ce faisceau phosphaté est fournie par le puits n° 5, ou mieux par le puits n° 8, proche du précédent et situé légèrement en dehors de la route Lobogo-Tinou. La coupe de ce puits est représentée à la figure 43. Les échantillons prélevés ont permis une étude assez serrée de la microfaune. Elle est très comparable à celle du puits n° 100 de Toffo, et il ne fait aucun doute que ces deux puits recoupent les mêmes niveaux.

Le niveau situé entre 9,4 et 9,75 m, est particulièrement intéressant pour plusieurs raisons :

— Le conglomérat phosphaté qu'il renferme est typique avec son aspect de nougat; il est assez constant dans le bassin à ce niveau;

— Le calcaire est fossilifère et trois empreintes de Lamellibranches ont été déterminées : *Venericardia kanelensis* TESSIER, *Callista* (*Microcallista*) *proxima* DESHAYES, *Meretrix* cf. *arnaudi* TESSIER.

— Une fine passée de phosphate meuble a permis de recueillir des dents de Poissons : *Odontaspis koerti* STROMER, *Myliobatis toliapicus* AG., *Galeorhinus falconeri* WHITE, *Galeocerdo latidens* AG.

L'intérêt de cette dernière faune est essentiel. En effet, si les trois premières dents peuvent faire hésiter entre les étages yprésien et lutétien, la quatrième indique plus nettement ce dernier étage et permet d'attribuer au Lutétien tout le faisceau phosphaté, ainsi que la microfaune qu'il contient.

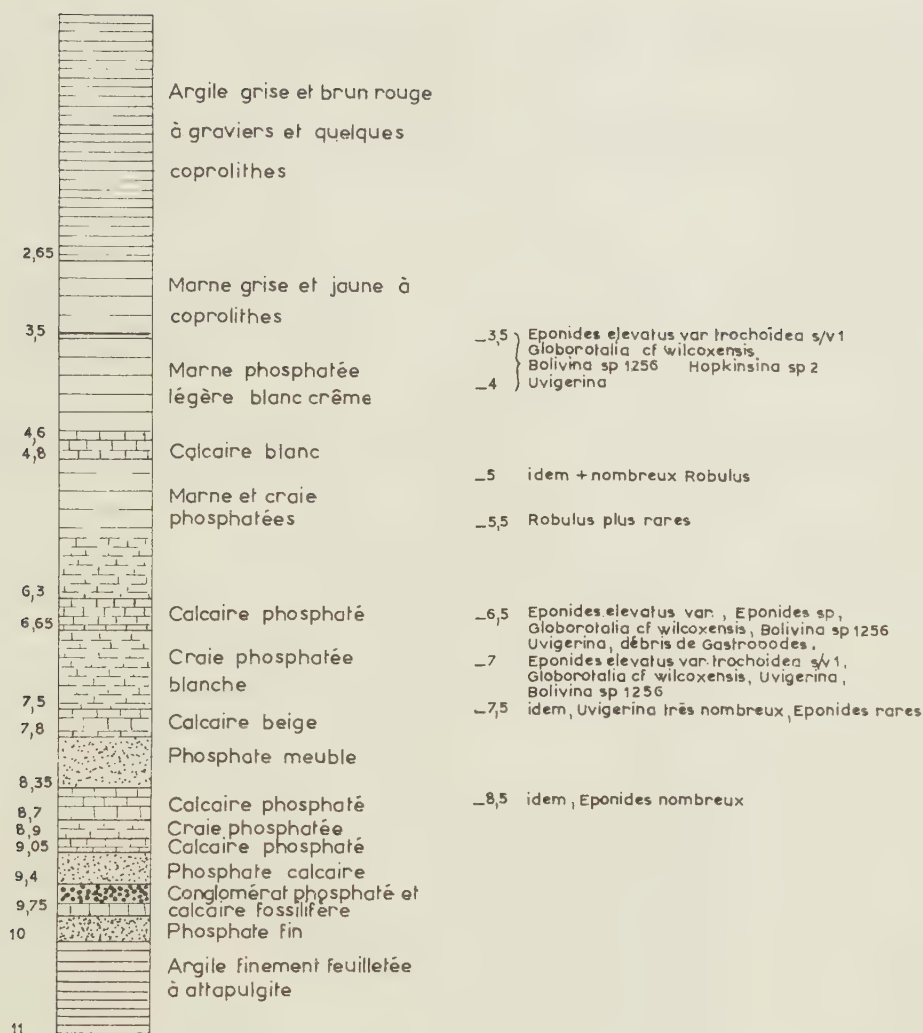


FIG. 43. — Puits n° 8 situé entre Bapodji et Lobogo

Toujours dans le puits n° 8, à 7,5 m, on remarque un niveau à *Uvigerina* sp. dominants qui n'avait pas été localisé à Toffo. Ce Foraminifère ressemble à *Gardnerae texana*, d'après M. Lys, et a déjà été cité à propos du sondage d'Hétin sotta, entre 202 et 204 m.

À 5 m, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 Lys a la forme globuleuse du puits 100 à 26 m ou du sondage d'Hétin sotta à 230 et 240 m. Au-dessus de ce niveau, toujours comme à Toffo, on voit apparaître *Hopkinsina* sp. 2. Mais je n'ai pu trouver *Planulina* sp. 1256 qui est vraisemblablement situé à un niveau supérieur non échantillonné.

— La zone à craie phosphatée est surmontée d'une marne encore un peu phosphatée dont la densité augmente progressivement vers le haut, tandis que l'abondance de la microfaune diminue. Le puits 4a, à 6 m, montre encore une microfaune assez riche avec :

Eponides elevatus var. *trochoïdea* s/v 1, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Bolivina* sp. 1256, *Uvigerina* sp., *Hopkinsina* sp. 2, *Robulus* cf. *midwayensis*.

C'est la même association que dans le puits 8 à 3,5 et 4 m.

-- Toujours comme dans la région de Toffo, cette formation marneuse est surmontée d'une argile verte à gypse.

En résumé, la succession stratigraphique traversée par les puits situés entre Tinou et Lobogo, est comparable à celle qui a été déterminée entre Tchito et Toffo. On sait maintenant que les niveaux surmontant les formations à attapulгите appartiennent au Lutétien.

c) Sondage de Bapodji

Ce sondage est situé dans le village de Bapodji, sur le bord sud de la route Lobogo-Tinou. L'altitude au sol est de l'ordre de 27 m. La coupe du sondage est représenté à la figure 44.

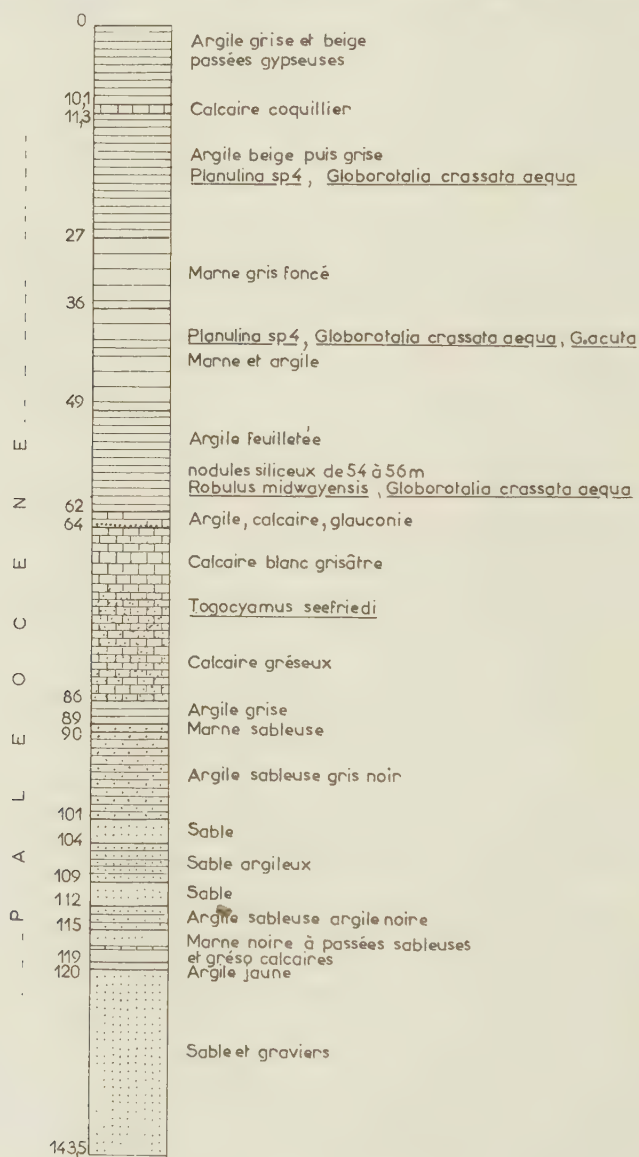


FIG. 44. — Sondage de Bapodji

Le calcaire traversé entre 64 et 86 m peut être situé immédiatement dans la série stratigraphique car, à 75 m, il a fourni des exemplaires très nombreux de *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM.

La recherche de la microfaune a donné les résultats suivants :

- A 10 m, pas de microfaune.
- A 20 m, *Planulina* sp. 4, *Globorotalia crassata aequa*.
- A 30 m, pas de microfaune.
- A 40 m, *Planulina* sp. 4, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia acuta*.
- A 50 m, *Robulus midwayensis*, *Robulus* sp., *Globorotalia crassata aequa*, *Globigerina triloculinoides*.
- A 60 m, *Robulus pseudomamilligerus*, *Robulus midwayensis*, *Globorotalia crassata aequa*.

Le Paléocène est donc certain à partir de 20 m. Par comparaison avec le sondage de Bopa, le Maestrichtien est probable à la base du sondage, mais l'absence de microfaune a empêché de le confirmer.

d) Coupe structurale Gandjazoumé-Bapodji-Bopa

Les puits, le sondage de Bapodji, celui de Bopa, ont permis de dessiner la coupe structurale de la figure 45. Un certain nombre de remarques apparaissent :

- Les faciès sableux de la base du sondage de Bapodji se retrouvent à Bopa entre 269 et 292 m. Ils diminuent donc notablement d'épaisseur vers le SE.
- Le calcaire à *Togocyamus seefriedi* est également présent dans les deux sondages, mais il est plus épais à Bapodji qu'à Bopa.

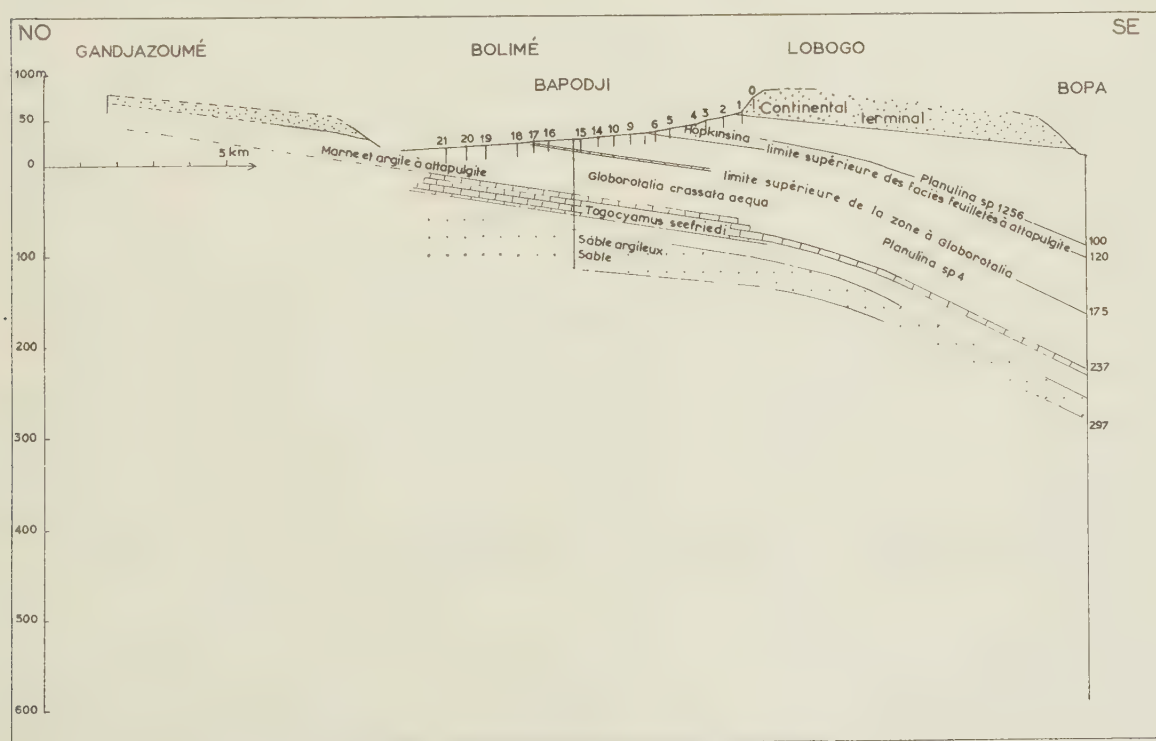


FIG. 45. — Coupe structurale Gandjazoumé-Bopa

— Au-dessus de ce calcaire, on trouve la « zone à *Globorotalia* qui comprend surtout *Globorotalia crassata aequa*, et moins fréquemment *G. acuta* et *G. velascoensis*. Ces *Globorotalia* sont souvent accompagnés de *Planulina* sp. 4 (plus nombreux que les *Globorotalia*).

Cette zone est recoupée par les puits 21, 20, 19 et 18. A Bopa, sa limite supérieure est située vers 175 m; elle semble se placer entre 10 et 20 m à Bapodji.

— En dehors du sondage de Bopa, la recherche de l'attapulгите n'a pas été faite systématiquement dans cette région. Sa présence est certaine dans le puits 21 et dans les faciès finement feuilletés situés au mur du faisceau phosphaté du puits n° 5. Mais sa présence est très probable dans le puits de Gandjazoumé et dans la plupart des puits situés au SE du puits n° 21, jusqu'au puits n° 5, car les faciès finement feuilletés à l'aspect caractéristique sont très fréquents.

La limite supérieure des faciès finement feuilletés à attapulгите, qui passe par les puits 5 et 6 et se situe à 120 m de profondeur à Bopa, constitue un excellent niveau repère dans la coupe structurale.

— *Planulina* sp. 1256 n'a pas été retrouvé entre Bapodji et Lobogo; mais la région de Toffo a montré que ce niveau à *Planulina* est très proche de celui à *Hopkinsina* sp. 2 qui a été localisé dans les puits 4a et 8. De la sorte, une corrélation supplémentaire avec le sondage de Bopa est possible. Le puits 8 a montré que ce niveau est lutétien.

— Enfin, la coupe structurale a montré qu'il y a épaissement général des formations en direction du SE et que le pendage, dont la valeur est de l'ordre de 7 millièmes près de Bapodji, augmente notablement entre Lobogo et Bopa.

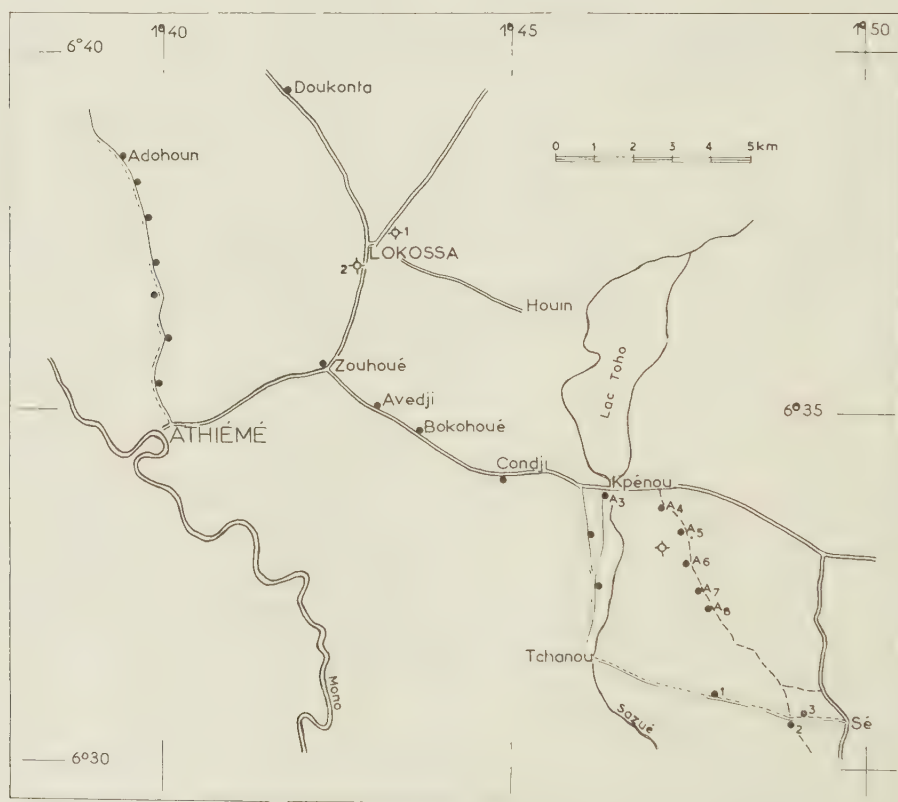


FIG. 46. — Situation des sondages et de certains puits de la région Lokossa-Kpénou

6. — Etude de la région Lokossa-Kpénou

La figure 9 indique la position de cette région dans le bassin. Les sondages et une partie des puits qui ont permis de l'explorer sont situés à la figure 46.

Le premier sondage a été exécuté en 1951, au NE de Lokossa. Le matériel employé n'a pas permis d'atteindre une profondeur suffisante et n'a pu trouver l'eau cherchée. Un second sondage plus profond a eu plus de succès en 1955.

En 1954-1955, j'ai entrepris une prospection serrée de la région de Lokossa en vue de retrouver au Dahomey le niveau phosphaté du Togo. Les puits représentés sur la figure 46, entre Athiémé et Adohoun, à Zouhoué, à Avedji, à Bokohoué, à Condji, au Nord de Tchanou, sont restés dans des formations alluvionnaires récentes à cause de la présence de niveaux aquifères. Les autres puits de prospection sont représentés sur le plan détaillé de la figure 47.

En 1956, le Bureau minier de la F. O. M. poursuit ces recherches de phosphate en exécutant une série de puits entre Kpénou et Sé.

Enfin, en 1957, un forage d'exploitation d'eau a été foncé au SE de Kpénou, dans la concession d'une future ferme d'élevage.

L'étude de cette région est menée de la façon suivante :

- Etude de la région de Lokossa.
- Etude de la région de Kpénou.
- Coupe structurale Lokossa-Kpénou.

a) Etude de la région de Lokossa

1) Série stratigraphique régionale

Le sondage n° 2 de Lokossa (« forage » de la fig. 47) et le puits L 1 situé à proximité, permettent de reconstituer toute la série stratigraphique de la région.

Puits L 1

Ce puits a été creusé immédiatement au Nord de l'école de Lokossa. L'altitude est de l'ordre de 50 m à cet endroit. La coupe du puits est la suivante :

- | | | | |
|-------|------|--|---|
| 0 | -2 | m : | Terre sablo-argileuse brune; |
| 2 | -3 | m : | Cailloux et galets roulés et sable argileux brun; |
| 3 | -4 | m : | Argile sableuse vert clair; |
| ----- | | | |
| 4 | -5 | m : | Argile vert clair à inclusions blanches phosphatées; |
| 5 | -5,5 | m : | Phosphate blanchâtre avec fines passées d'argile vert clair; |
| 5,5-6 | m : | Argile verte et brune un peu phosphatée; | |
| 6 | -6,5 | m : | Argile verte à lits de phosphate brun; |
| 6,5-7 | m : | Phosphate brun ponctué de blanc et, à la base, 10 cm de calcaire phosphaté brun. | |
| 7 | -8 | m : | Argile verte et beige avec quelques passées phosphatées brunes; |
| 8 | -9,5 | m : | Argile verte à taches brunes, un peu phosphatée; traces d'un petit niveau calcaire. |

Les quatre premiers mètres appartiennent à des niveaux discordants plus récents.

Les faciès phosphatés ont permis de recueillir plusieurs dents de Poissons :

Odontaspis vincenti WOODW., *Lamna gafsana* WHITE, *Galeocерdo latidens* AG.

Elles indiquent le Lutétien.

Sondage n° 2 de Lokossa (Forage)

Ce sondage, qui a été transformé en forage d'exploitation, est situé à environ 200 m au NW du puits précédent. L'altitude est de l'ordre de 45 m à cet endroit.

Exécuté trop rapidement, le sondage a fourni un échantillonnage défectueux et la coupe obtenue à partir des cuttings a dû être modifiée en fonction des résultats du carottage électrique. Cette coupe modifiée est représentée à la figure 48.

Jusqu'à 10 ou 11 m, les formations sableuses et sablo-argileuses sont récentes; l'Eocène commence immédiatement en-dessous.

- A 12 m, la microfaune est peu caractéristique : *Valvulineria cf. texana*, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Nonion sp.*, *Anomalinoïdes sp.*, *Leguminocythereis applinorum*, *Buntonia subtriangularis*.
- A 15 m, apparaît *Eponides elevatus var. trochoïdea s/v 1* et, à 17 m, on retrouve le niveau à *Planulina sp. 1256*, accompagné de *Valvulineria cf. texana* et de *Eponides sp.*
- La carotte prise entre 22,2 et 25,2 m, montre la marne et la craie phosphatées à faciès léger et microfaune très abondante citées précédemment dans les régions de Bapodji, Toffo, Kpomé... Ces roches ont ici une teinte gris foncé et on y reconnaît :

Eponides elevatus var. trochoïdea s/v 1 Lys, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Uvigerina sp.*, *Bolivina sp. 1256*, ainsi qu'une très petite microfaune qui semble être surtout composée de Globigérines.

A partir de 30 m, le sondage pénètre dans les formations feuilletées à attapulгите. D'après l'étude de la région de Bapodji-Lobogo, on en déduit que les niveaux venant d'être examinés appartiennent à l'Eocène moyen.

- A 36 m, la microfaune est encore peu caractéristique : *Valvulineria cf. texana*, *Trachyleberis pidgeoni*, *Brachycythere marylandica*, *Buntonia seminuda*, *Buntonia shubutaensis*, *Leguminocythereis cf. scarabeus*.
- A 39 m, *Planulina sp. 4*, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Valvulineria cf. texana*, *Trachyleberis pidgeoni*, *Buntonia alabamensis*, *Buntonia shubutaensis*, *Cythereis sp.*
- A 50 m, on ne trouve pas de microfaune. Elle reste très pauvre et peu caractéristique à 60 m, avec : *Globigerina triloculinoïdes* et *Globigerina pseudobulloïdes*.
- A 70 m, apparaissent les *Globorotalia* du Paléocène : *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia acuta*, *Globorotalia velascoensis*, ainsi que *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Robulus midwayensis*.

On retrouve des associations du même ordre à 80, 90, 100 et 117 m. En particulier, la carotte prise entre 100,5 et 105,5 montre :

Globorotalia acuta, *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia acuta*, *Globorotalia wilcoxensis*, *Globigerina triloculinoïdes*, *Eponides elevatus var. trochoïdea*, *Buntonia israeli var. morsei*, *Cytherella sp.*

Enfin, à 125 m, les cuttings ont permis de trouver plusieurs exemplaires de *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM. Pourtant ce petit Oursin paléocène m'avait échappé aux premiers examens (SLANSKY, 1958) et je pensais que ce niveau n'existait pas dans le sondage d'autant plus que le calcaire apparaît très mal dans les cuttings (alors qu'il est net au carottage électrique).

Les carottes prises plus bas n'ont fourni aucune faune; quant aux cuttings, ils sont mêlés de nombreuses retombées de sorte qu'il est préférable de ne pas tenir compte des résultats obtenus. A 165 m, apparaissent cependant quelques *Cibicides n. sp.* (à bouton) qui laissent supposer la proximité de la limite supérieure du Maestrichtien.

2) Coupe structurale Nord-Sud

Les nombreux puits de recherche foncés près de Lokossa sont situés sur le plan de la figure 47. Ils sont affectés des indices P, D, H, L, E, S, C. Le profil NS étudié passe par les puits P, le sondage n° 2 (forage), le puits L1, et un certain nombre de puits E.

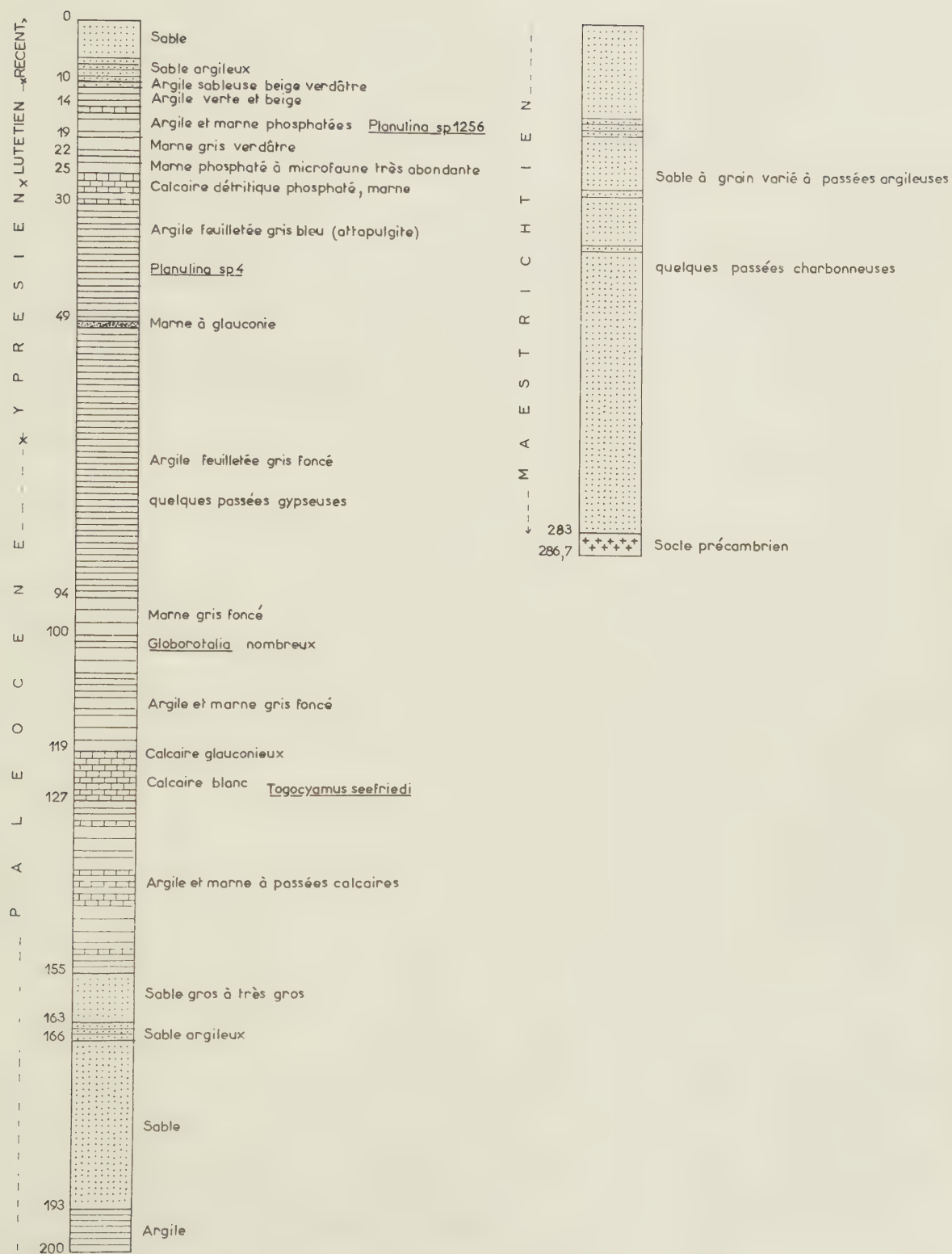


FIG. 48. — Sondage n° 2 de Lokossa

Au groupe des puits P, il faut rattacher le puits de Doukonta, situé à moins de 2 km au NW du puits P. Il a traversé la succession suivante :

- 0- 2 m : Terre grise et brune sablo-argileuse.
- 2- 3 m : Sable argileux orangé.
- 3- 6 m : Sable, sable argileux, graviers et galets roulés.
- 6-13 m : Argile et marne grise et jaune peu feuilletées.
- 13-13,5 m : Calcaire coquillier jaune.

Ce dernier niveau a permis de récolter une macrofaune paléocène :

Plicatula landanensis VINCENT, *Callista (Microcallista) proxima* DESHAYES, *Meretrix gruneri* OPPENHEIM, *Turritella (Haustator) doukantensis* BREBION (espèce nouvelle).

Au SE de Doukonta, le puits P 9 n'a pas dépassé des formations alluvionnaires récentes; les puits P 8, P 6, P 5, ont traversé surtout des niveaux finement feuilletés à attapulgit.

Les puits P 4 et P 3 traversent des formations phosphatées quelque peu remaniées, surmontées de l'argile verte des puits P 2 et P 1, plus ou moins gypseuse à son sommet. Ces derniers faciès précèdent les niveaux phosphatés du puits L 1.

La succession stratigraphique présentée par le puits L 1 est relativement simple; elle se complique vers le Sud, où le puits E 5 montre :

- 0 - 1,80 m : Graviers et cailloux roulés.
- 1,80- 4 m : Argile vert pâle à taches brun orangé.
- 4 - 5,25 m : Argile verte et beige à passées phosphatées.
- 5,25- 5,40 m : Phosphate brun avec quelques blocs de calcaire.
- 5,40- 5,50 m : Argile verte et beige.
- 5,50- 5,75 m : Phosphate brun.
- 5,75- 6,10 m : Calcaire.
- 6,10- 6,95 m : Argile verte et beige à petites passées phosphatées.
- 6,95- 7,20 m : Calcaire.
- 7,20- 8 m : Argile verte.
- 8 - 8,25 m : Phosphate brun.
- 8,25- 9,20 m : Argile verte et beige.
- 9,20- 9,30 m : Calcaire.
- 9,30- 9,40 m : Phosphate brun.
- 9,40- 9,55 m : Calcaire phosphaté à coprolithes et empreintes.
- 9,55- 9,65 m : Phosphate brun.
- 9,65- 9,80 m : Calcaire.
- 9,80-10,35 m : Argile verte et beige.
- 10,35-10,45 m : Calcaire.
- 10,45-10,65 m : Argile verte et beige.
- 10,65-10,80 m : Phosphate brun.
- 10,80-11 m : Argile phosphatée.
- 11 -11,20 m : Calcaire.
- 11,20-11,60 m : Phosphate calcaire dur.
- 11,60-11,90 m : Calcaire coquillier.
- 11,90-11,95 m : Phosphate brun.
- 11,95-12 m : Argile verte et beige.
- 12 -12,05 m : Calcaire.
- 12,05-13,15 m : Argile à gypse vert foncé et orangée.
- 13,15-13,40 m : Calcaire.
- 13,40-15,95 m : Argile vert foncé peu gypseuse à empreintes.
- 15,95-16,20 m : Calcaire dur.
- 16,20-17 m : Argile noire à fines coquilles de Lamellibranches blanches.
- 17 -20,50 m : Argile noire pyriteuse.

— A 9,40 m : *Cardita* (*Cosmanella*) cf. *fajumensis* OPPENHEIM (du Bartonien inférieur d'Egypte).

— A 17 m, *Ostrea multicostata* DESHAYES, *Carolia placunoides* CANTRAINE, *Arca* cf. *nimula* OPPENHEIM.

La microfaune est malheureusement pauvre et seuls ont pu être déterminés, à 17 et 18 m : *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Eponides sp.*, *Leguminocythereis rectangulapora*.

Le puits E 11 a une coupe sensiblement identique à celle du puits E 5. Par contre, le puits E 12 montre à nouveau les faciès finement feuilletés à attapulгите. Une faille intervient donc entre ces deux puits. Elle a été précisée par six puits supplémentaires numérotés de *b* à *g*, ainsi que le montre la figure 49.

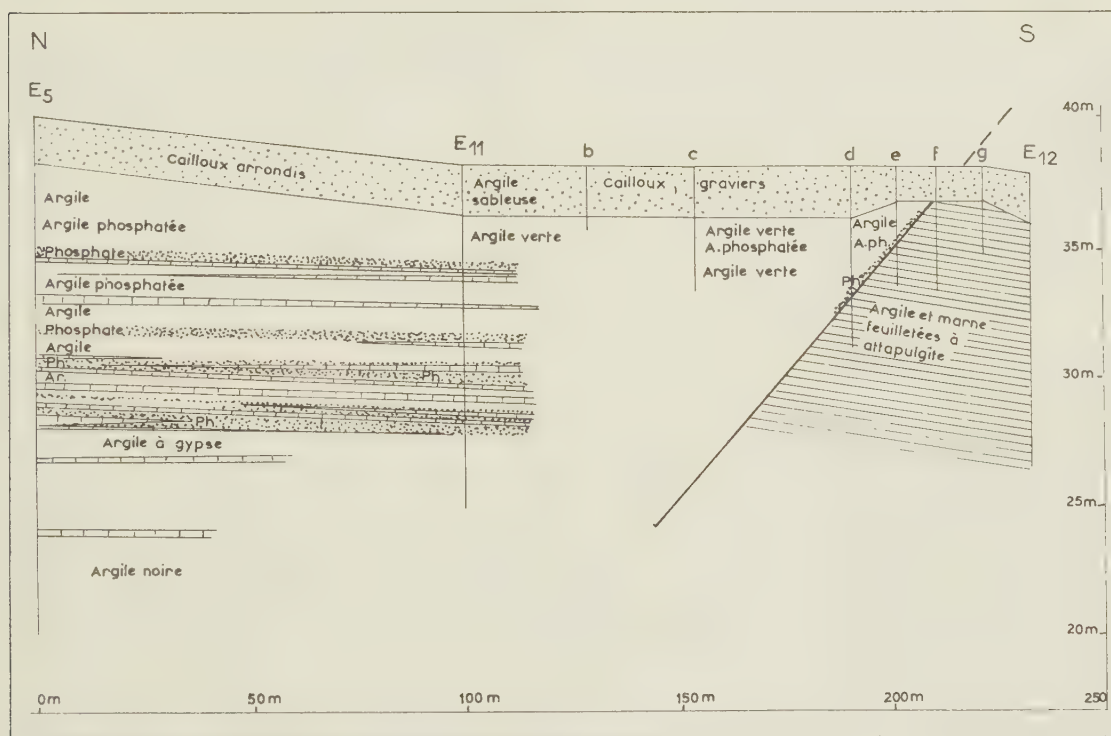


FIG. 49. — Faille de Lokossa

La faille est inclinée vers le Nord avec une pente de l'ordre de 30°. Elle est soulignée dans les puits par un remplissage de phosphate blanc à forte teneur (34% de P_2O_5) et par un lit de silex.

Le puits E 14 permet de calculer le rejet de la faille. En effet, il s'est arrêté sur un niveau de calcaire glauconieux qui est vraisemblablement la partie supérieure du calcaire paléocène à *Togocyanus seefriedi*. Malheureusement, les pluies ont empêché la poursuite des investigations, et cette hypothèse n'a pu être vérifiée. Si elle est exacte, le rejet de la faille est de l'ordre de 100 m.

3) Coupe structurale NNE-SSW

Ainsi que l'indique la figure 47, cette coupe passe par les puits D, les deux sondages et les puits L.

Le puits D 9 a traversé, sous 5,5 m de recouvrement appartenant au Continental terminal, 4 m d'argile feuilletée gris clair à attapulгите, et 1 m d'argile brunâtre légèrement phosphatée. Les puits D 8 à D 3 sont restés dans le Continental terminal, leur profondeur ne dépassant pas une douzaine de mètres.

Le puits D 2 a traversé les niveaux suivants :

- 0 - 5 m : Sable, graviers et cailloux roulés.
- 5 - 5,5 m : Argile verte.
- 5,5- 6 m : Phosphate fin argileux.
- 6 - 6,7 m : Argile verte.
- 6,7- 7 m : Phosphate brun et calcaire phosphaté.
- 7 - 8 m : Argile verte phosphatée.
- 8 -10 m : Argile verte.

Ce puits n'a permis de récolter qu'une seule dent déterminable : *Lamna gafsana* WHITE. Mais ce puits est situé à côté d'un puits de 35 m creusé par les soins du Cercle d'Athiémé, en 1951-52. Parmi les déblais de ce puits, disposés sans ordre, on remarque en abondance une marne phosphatée peu dense et très riche en microfaune, dont l'aspect est identique à celui de la formation décrite dans le puits 100 de Toffo. Le lavage d'un échantillon a montré les Foraminifères suivants :

Eponides elevatus var. *trochoïdea* s/v 1, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Robulus midwayensis*, *Bolivina* sp. 1256, *Rectuvigerina* sp., *Hopkinsina* sp. 2, *Planulina* sp. 1256.

La région de Bapodji-Lobogo a montré que cette microfaune indique le Lutétien.

Sondage n° 1 de Lokossa

Ce sondage est situé à 300 m environ au SW du puits D 2, à une altitude du même ordre, soit 60 m environ. La figure 50 représente la coupe du sondage; mais cette coupe est incomplète car l'échantillonnage a été concentré de façon curieuse. En particulier, les niveaux phosphatés de la partie supérieure, dont les traces sont visibles, n'ont pu être situés avec précision.

Un échantillon prélevé entre 5,7 et 15 m (sans que l'on puisse mieux préciser) est constitué par une argile verte à ocre jaune contenant des nodules phosphatés blancs. Un lavage montre de nombreux petits grains de phosphate sphériques et brunâtres, et une microfaune dans laquelle on reconnaît :

Valvulineria cf. *texana*, *Nonion* sp., *Planulina* sp. 1256.

Nonion sp. est assez abondant et certaines formes sont proches de *Nonion acutidorsatum*. *Planulina* sp. 1256, par contre, est rare et présente des formes assez grandes et plus ou moins déformées.

Entre 15 et 24,5 m, les échantillons ne montrent qu'une microfaune pauvre. Elle est plus riche entre 24,5 et 27 m, avec :

Globorotalia cf. *wilcoxensis* (le plus abondant), *Planulina* sp. 1256, *Hopkinsina* sp. 2, *Globigerina pseudobulloïdes*.

Elle indique donc le Lutétien. Parmi ces Foraminifères, on remarque encore une microfaune abondante de très petite taille.

Entre 27 et 36, 5 m, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 domine, *Planulina* sp. 1256 est très rare, mais *Hopkinsina* sp. 2 est nettement présent.

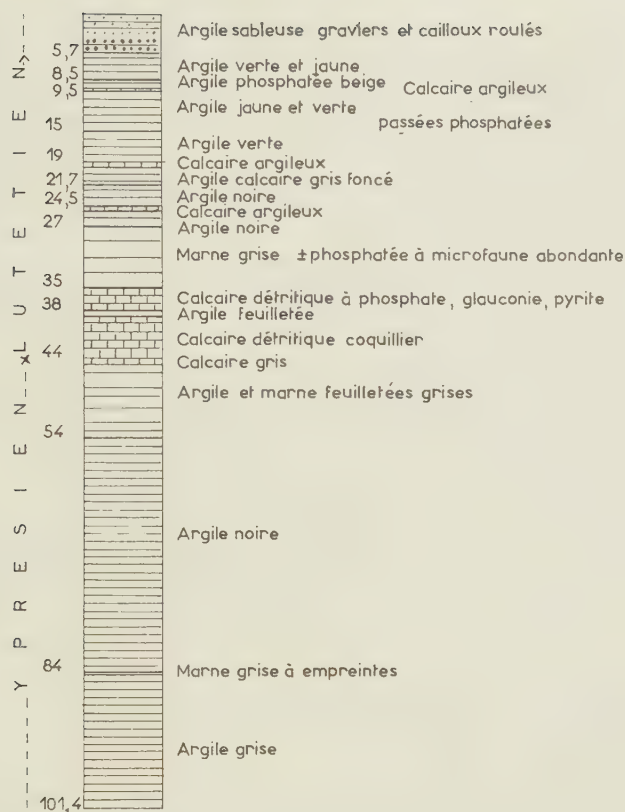


FIG. 50. — Sondage de Lokossa n° 1.

Puits D 1

Ce puits, situé sur le côté gauche de la route Lokossa-Dogbo, a traversé les niveaux suivants :

- 0 - 2,5 m : Sable, graviers et cailloux roulés.
- 2,5- 4 m : Argile verdâtre à taches brunes.
- 4 - 5 m : Argile verdâtre parfois légèrement phosphatée.
- 5 - 6 m : Argile verte.
- 6 -11 m : Argile verte et brune à gypse.
- 11 -11,5 m : Marne grise à très nombreuses empreintes blanches de Lamellibranches plus ou moins écrasées.
- 11,5-11,8 m : Calcaire compact gris.

Le niveau situé entre 11 et 11,5 m a un faciès caractéristique. C'est une véritable purée d'empreintes blanches de Lamellibranches. Il est phosphaté et contient de nombreux débris de Poissons et la microfaune suivante :

Globorotalia cf. *wilcoxensis* (très abondant), *Planulina* sp. 1256 (rare), *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 (rare).

Le puits L 2 n'a pu dépasser le recouvrement continental sablo-argileux à cause d'un niveau aquifère. Les puits L 3, L 4 et L 5, profonds de 4 à 7 m seulement, ont atteint des argiles vertes plus ou moins phosphatées sous un recouvrement à cailloux roulés.

Puits L 6

Le puits L 6, un peu plus profond que les précédents, a montré la succession suivante :

0 -1 m : Cailloux et graviers roulés.

1 -1,1 m : Coprolithes et nodules de phosphate, avec *Odontaspis vincenti* Woodw., *Lamna gafsana* WHITE.

1,1-1,2 m : Argile verte à taches brunes, calcaire compact gris.

1,2-3 m : Argile verte peu phosphatée, un niveau de 20 cm de calcaire blanchâtre à grain fin.

3 -8 m : Argile verte à gypse.

8 -9 m : Argile verte et brune à empreintes et petits lits phosphatés.

9 -9,2 m : Marne phosphatée à nombreuses empreintes de Lamellibranches et calcaire

Ce dernier niveau est le même que celui du puits D 1 à 11 m. Il contient d'ailleurs une microfaune identique, bien que plus pauvre. Ce niveau repère permet le calcul d'un pendage : il est d'environ 9 millièmes en direction du SSW.

4) Les puits H

Ces puits ont été creusés de part et d'autre de la petite route joignant Lokossa à Houin. Les puits H 5, H 6, H 7, n'ont pu dépasser les formations du Continental terminal.

Puits H 1

Ce puits a traversé les formations suivantes :

0 -2 m : Terre brune et jaune sablo-argileuse.

2 -5,9 m : Cailloux roulés et sable.

5,9-6 m : Argile verte un peu sableuse.

6 -6,2 m : Argile verte à fines inclusions phosphatées blanches et brunes.

6,2-6,3 m : Phosphate argileux fin crème et brunâtre.

6,3-6,6 m : Argile verte et beige à rares intercalations phosphatées.

6,6-7 m : Phosphate argileux fin crème et brunâtre.

7 -7,1 m : Argile phosphatée.

7,1-7,3 m : Calcaire phosphaté.

7,3-8,3 m : Argile verte et brune, une petite passée de phosphate brun et, tout au fond, calcaire phosphaté brun.

Les puits H 8 et H 9 traversent des niveaux du même ordre. Par contre, les puits H 2, H 3, H 4, ne traversent que des argiles finement feuilletées à attapulgitite sous des recouvrements sablo-argileux à cailloux roulés respectifs de 9, 6 et 1,5 m. Ce sont d'ailleurs ces puits qui, les premiers, m'ont fait penser à la présence d'une faille dans cette région.

La faille étant ainsi localisée en deux points, on en déduit sa direction qui est NNE-SSW.

5) Les puits C

Les puits C ont traversé, sous un recouvrement à cailloux et graviers roulés, des niveaux qui, suivant l'importance de l'altitude de l'orifice du puits et l'épaisseur du recouvrement, s'apparentent aux formations phosphatées du puits H 1 ou à celles du puits L 6.

Les pluies ont empêché d'approfondir ces puits à plus de 10 m.

6) Les puits S

Seul le puits S 1 a pu atteindre des formations éocènes. Tous les autres puits n'ont pu dépasser des alluvions récentes aquifères. La coupe du puits S 1 est la suivante :

- 0 - 4 m : Sable argileux brun consolidé à la base.
- 4 - 7 m : Argile verte et beige.
- 7 - 8 m : Argile crème à nodules calcaires, coprolithes blancs, petites passées phosphatées blanches.
- 8 - 9,3 m : Phosphate blanc meuble à grain varié.
- 9,3- 9,7 m : Argile brune.
- 9,7- 9,8 m : Niveau calcaire discontinu.
- 9,8-10,2 m : Argile ocre jaune.
- 10,2-12,2 m : Argile finement feuilletée (attapulгите).

Comme dans le puits P 3, les niveaux phosphatés de ce puits semblent appartenir à des formations altérées ou remaniées après leur mise en place.

7) Synthèse stratigraphique des niveaux supérieurs de la région de Lokossa

Les deux sondages de Lokossa donnent une bonne idée de l'ensemble des formations sédimentaires de cette région. Mais les puits de recherche apportent des précisions supplémentaires sur les niveaux de la partie supérieure. La synthèse stratigraphique de la figure 51 rassemble ces précisions. Elle est située à la verticale du puits L 1.

Les quatre premiers mètres sont discordants et appartiennent au Continental terminal.

De 4 à 32 m, la faune indique le Lutétien; plus bas, elle n'est pas suffisamment caractéristique pour que l'étage puisse en être déduit.

L'importance des faciès calcaires figurés entre 32 et 37 m est sujette à caution car elle est déduite du sondage n° 1 à l'échantillonnage peu conforme.

b) Etude de la région de Kpénou

Cette région a été explorée par un sondage de recherche et d'exploitation d'eau et par plusieurs puits de prospection du Bureau minier de la F. O. M. (fig. 46).

1) Sondage de Kpénou

Le sondage est situé à environ 2,5 km au SE de l'agglomération de Kpénou. L'altitude à cet endroit est de l'ordre de 18 m.

La coupe du sondage (fig. 52) se compare facilement aux sondages décrits précédemment. On peut remarquer les argiles et marnes finement feuilletées à attapulгите, surmontant un calcaire à *Togocyamus seefriedi* presque aussi épais qu'à Bapodji. Comme dans le sondage n° 2 de Lokossa, les faciès sableux dominent rapidement sous le calcaire paléocène; mais ici, viennent s'ajouter de très fréquentes passées grésocalcaires.

L'étude de la microfaune a donné les résultats suivants :

- A 6 et 16 m, pas de microfaune.
- A 30 m, microfaune pauvre montrant l'apparition de *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia acuta* qui indiquent le Paléocène, accompagnés de *Globorotalia cf. wilcoxensis*.
- A 50 m, les *Globorotalia* sont nombreux : *G. crassata aequa*, *Globorotalia acuta*, *Globorotalia velascoensis*, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, accompagnés de *Robulus midwayensis*.
- A 55, 60, 70, 80 m, on retrouve la même association.
- A 102 m, la microfaune, toujours paléocène, est caractéristique avec : *Robulus midwayensis*, *Robulus pseudomamilligerus*, *Haplophragmoïdes excavata*, *Fronicularia phosphatica*, *Globorotalia crassata aequa* (rares).

A 104 m, les cuttings ont montré plusieurs exemplaires de *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM. Sous le calcaire caractérisé par cet Oursin, la microfaune est très rare. On trouve quelques *Cibicides n. sp.* (à bouton) à partir de 145 m et en particulier à 167 et 168 m; ils tentent à indiquer le Maestrichtien.



FIG. 51. — Synthèse stratigraphique des niveaux supérieurs de la région de Lokossa

2) Puits situés entre Kpénou et Sé

Ces puits sont antérieurs au sondage; ils étaient destinés à explorer les formations surmontant le calcaire de Kpénou.

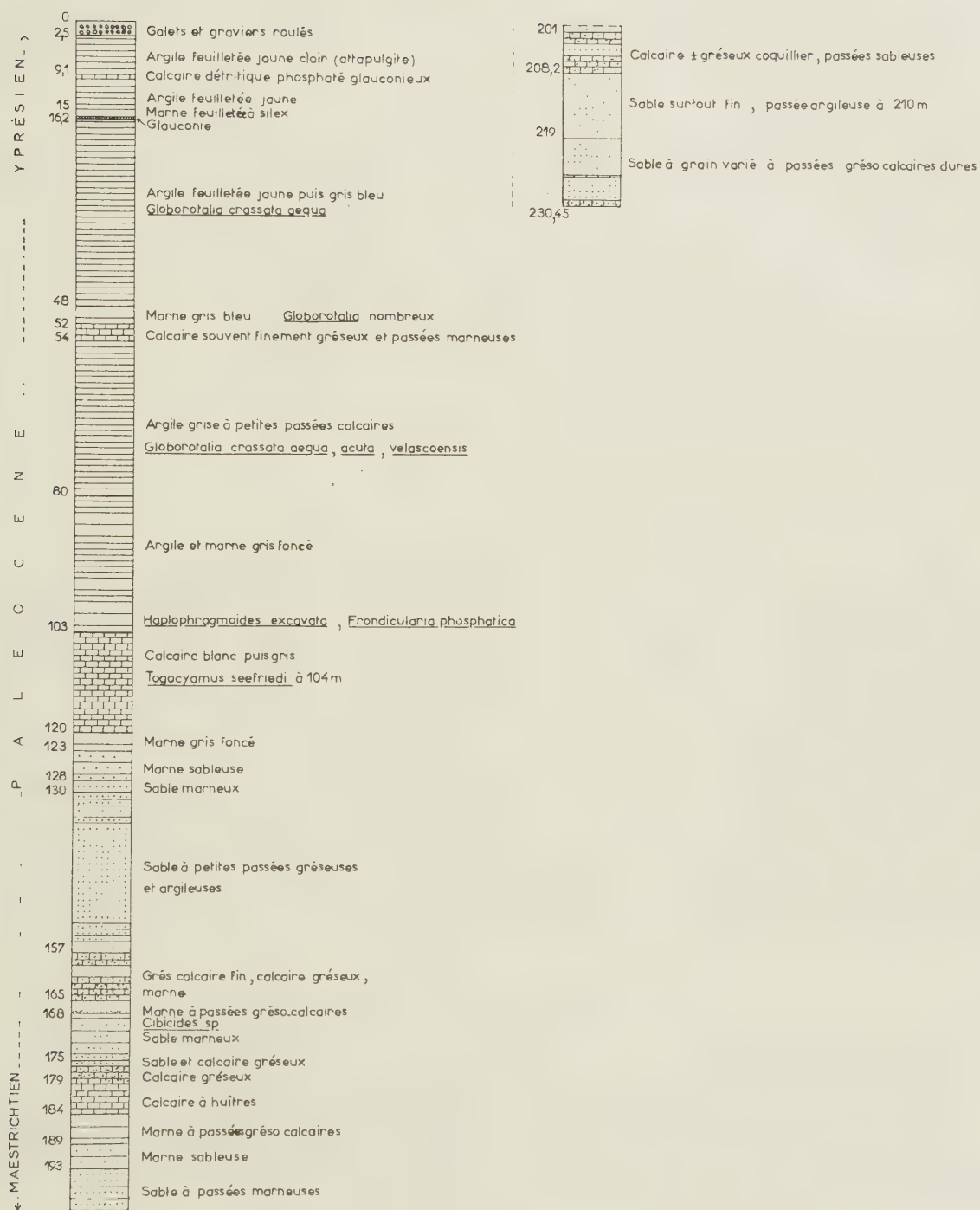


FIG. 52. — Sondage de Kpénou

Ce calcaire affleure dans le lit de la rivière Sazué, immédiatement en aval du pont de la route Bopa-Athiémé. L'affleurement n'est visible qu'en saison sèche au moment où la rivière n'a plus d'eau à cet endroit. On peut alors voir sur la berge ouest, de haut en bas :

Terre végétale : 0,80 m.

Niveau à graviers roulés : 0,80 m.

Blocs de calcaire inclus dans une argile grise : 0,30 m.

Calcaire massif zoogène : 1 m.

Ce calcaire affleure également par endroits dans le lit même de la rivière, toujours à proximité du pont. Parmi les blocs extraits, j'ai eu l'occasion de ramasser un Nautilé de grande taille.

Le puits A 3, placé à proximité des affleurements, complète la coupe précédente :

0 - 3 m : Terre végétale, graviers de quartz roulés, sable argileux.

3 - 4 m : Gros blocs de calcaire zoogène (le même qu'en affleurement).

4 - 4,4 m : Conglomérat à petits nodules phosphatés, grès calcaire.

4,4-10,6 m : Marne feuilletée à gypse.

10,6-11 m : Conglomérat de petits nodules phosphatés.

11 -17,5 m : Marne feuilletée à gypse.

Les niveaux traversés par les autres puits sont indiqués sur la coupe structurale (fig. 53).

c) Coupe structurale Lokossa-Kpénou-Sé

Cette coupe, orientée sensiblement NW-SE, passe par le sondage n° 2 de Lokossa, le sondage de Kpénou et les puits situés entre Kpénou et Sé. Elle est représentée à la figure 53.

Le niveau à glauconie traversé par les puits A 5, A 6 et le sondage, permettent de définir le pendage dans cette région, en direction du SE : il est de 18 millièmes. Mais le calcaire à *Togocyamus seefriedi* montre que ce pendage diminue considérablement en direction de Lokossa. Un phénomène du même ordre avait été remarqué entre Bopa et Bapodji.

Entre Kpénou et Sé, on retrouve les niveaux supérieurs reconnus à Lokossa; mais quelques modifications interviennent :

— Le calcaire à passées conglomératiques phosphatées (à aspect de nougat), qui marque la limite supérieure des faciès feuilletés à attapulгите, est ici beaucoup moins épais.

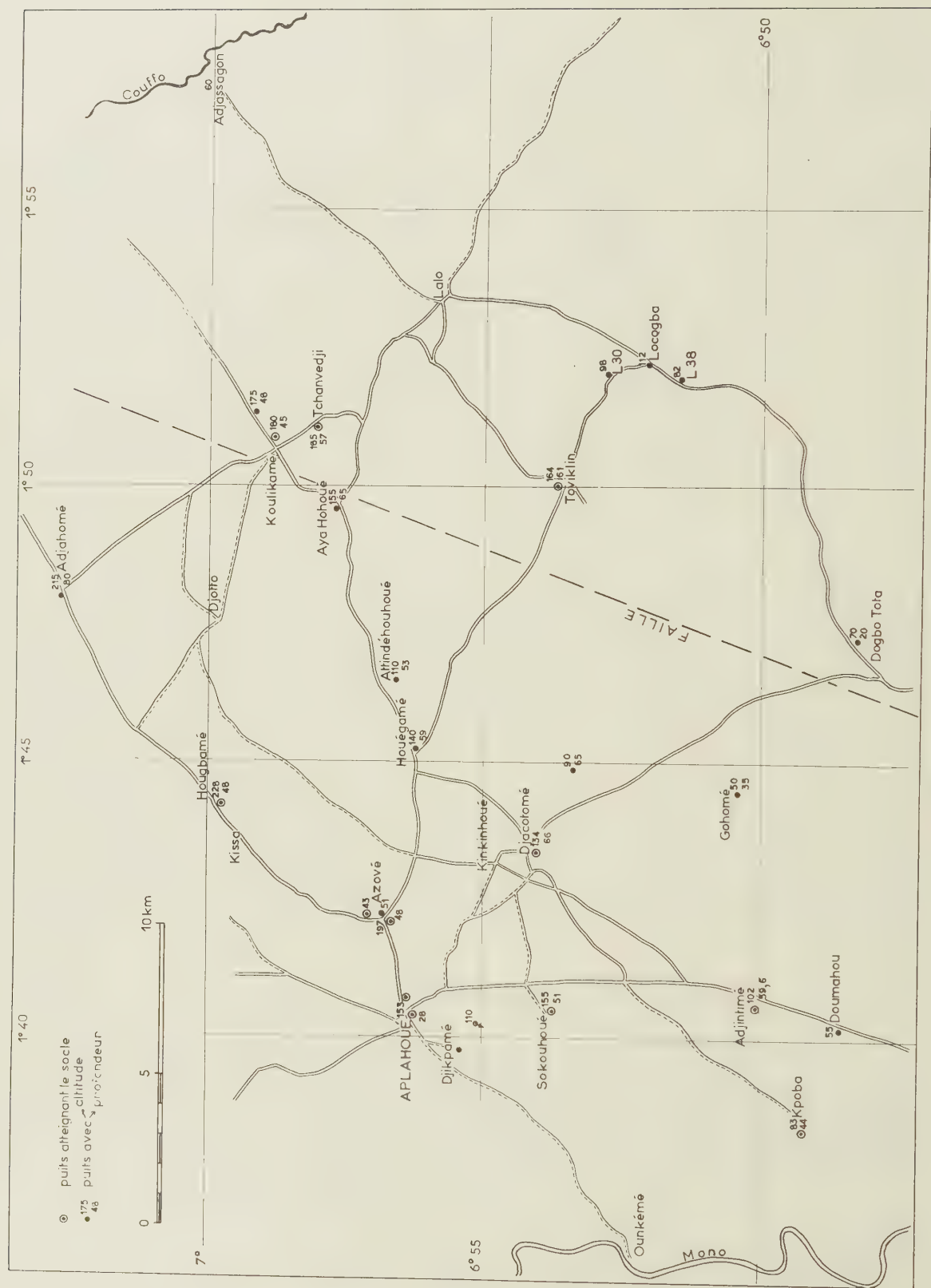
— La craie et marne phosphatées très riches en microfaune ont une importance équivalente, mais les argiles à gypse qui les surmontent sont plus épaisses et on ne retrouve plus les niveaux phosphatés des puits L 1 et D 2 de Lokossa; ils font place à une minéralisation fractionnée en de multiples petits niveaux dont l'épaisseur maximum est de quelques centimètres.

7. — Etude du plateau d'Aplahoué

Pour compléter les résultats obtenus dans les régions de Bapodji et de Lokossa, il convient d'étudier maintenant la région située au Nord, soit le plateau d'Aplahoué.

Aplahoué est le chef-lieu de subdivision administrative qui, jusqu'en 1956, s'appelait Parahoué. Le sous-sol de cette région n'est connu que par puits : les puits d'exploitation d'eau dont j'ai recensé la presque totalité, les puits de prospection de lignite de la région de Locogba, décrits par H. BESAIRES.

La figure 54 situe les puits nécessaires à l'exposé.



a) *Allure du socle ancien sous les formations sédimentaires du plateau*

Les premiers affleurements du socle situés au N et au NE du plateau sont situés à une altitude de l'ordre de 120 à 130 m. Le socle affleure également près d'une source située à 2,5 km au Sud d'Aplahoué, à une altitude de l'ordre de 110 m.

Ainsi que l'indique la figure 54, plusieurs puits du plateau atteignent le Précambrien : à Aplahoué, le socle ancien est à une cote voisine de 125 m, à Azové à une cote comprise entre 145 et 150 m, à Hougbané, au NE d'Azové, à 177 m. Vers le Sud, le socle s'enfonce : sa surface est à 42 m d'altitude à Adjintimé.

Il s'enfonce également à l'Est d'Azové, puisqu'à Attindéhouhoué, le fond du puits qui ne semble pas l'avoir atteint, est à une cote d'environ 57 m. Mais entre Attindéhouhoué et Toviklin, on constate au contraire une remontée du socle, situé dans cette dernière agglomération à une altitude légèrement supérieure à 100 m. Une remontée analogue peut être remarquée à 8 km au Nord de Toviklin, entre Aya Hohoué et Tchanvedji.

Ce changement de niveau de la surface du socle précambrien suggère l'existence d'une faille, d'autant plus que cette région est dans le prolongement de la faille de Lokossa qui, rappelons-le, remonte le compartiment est.

La faille de Lokossa semble donc se prolonger jusque dans la région de Koulikamé.

b) *Puits de Locogba*

Cette région forme la transition entre les formations décrites entre Toffo et Tchito ou entre Lobogo et Gandjazoumé, avec celles du plateau d'Aplahoué.

La première coupe d'un puits de Locogba a été donnée par R. PROKOPENKO :

- 0 - 6,5 m : Terre de barre.
- 6,5-11,5 m : Latérite concrétionnée.
- 11,5-22,5 m : Sable argileux jaunâtre avec minces lits d'argile jaune pâle.
- 22,5-26,5 m : Argile gris jaunâtre.
- 26,5-33 m : Sable.
- 33 -49 m : Argile grise.
- 49 -49,3 m : Couche de lignite.
- 49,3-57,3 m : Sable blanc cendre.
- 57,3-61,3 m : Sable blanc fin avec rognons de marcassite.

On reconnaît dans cette coupe la zone de contact entre les faciès argileux et sableux du Maestrichtien, telle qu'elle se présente à Dénou ou à Odo Méta. La formation de « terre de barre » qui est un sable argileux brun rouge, appartient peut être au Continental terminal.

En 1943, H. BESAIKIE a donné des précisions supplémentaires sur cette région à l'aide des puits de la « Mission des lignites ». La figure 55 reproduit les coupes des puits L 38 et L 30.

Le puits L 38 semble avoir manqué de très peu les sables inférieurs; on remarque que les faciès du fond sont très foncés. Au contraire, le puits L 30, moins profond et plus proche de la bordure du bassin, ne montre que des faciès clairs. Ce changement de couleur du faciès a déjà été signalé entre Kétou et Odo Méta et entre Cana et Zogbodomey.

c) *Puits de Toviklin*

Les déblais d'un puits en cours à Toviklin m'ont montré d'abondantes formations argileuses blanches ou claires, latéritisées à la partie supérieure, et surmontée de sable argileux brun rouge (terre de barre). D'autres puits indiquent que ces formations argileuses surmontent des sables.

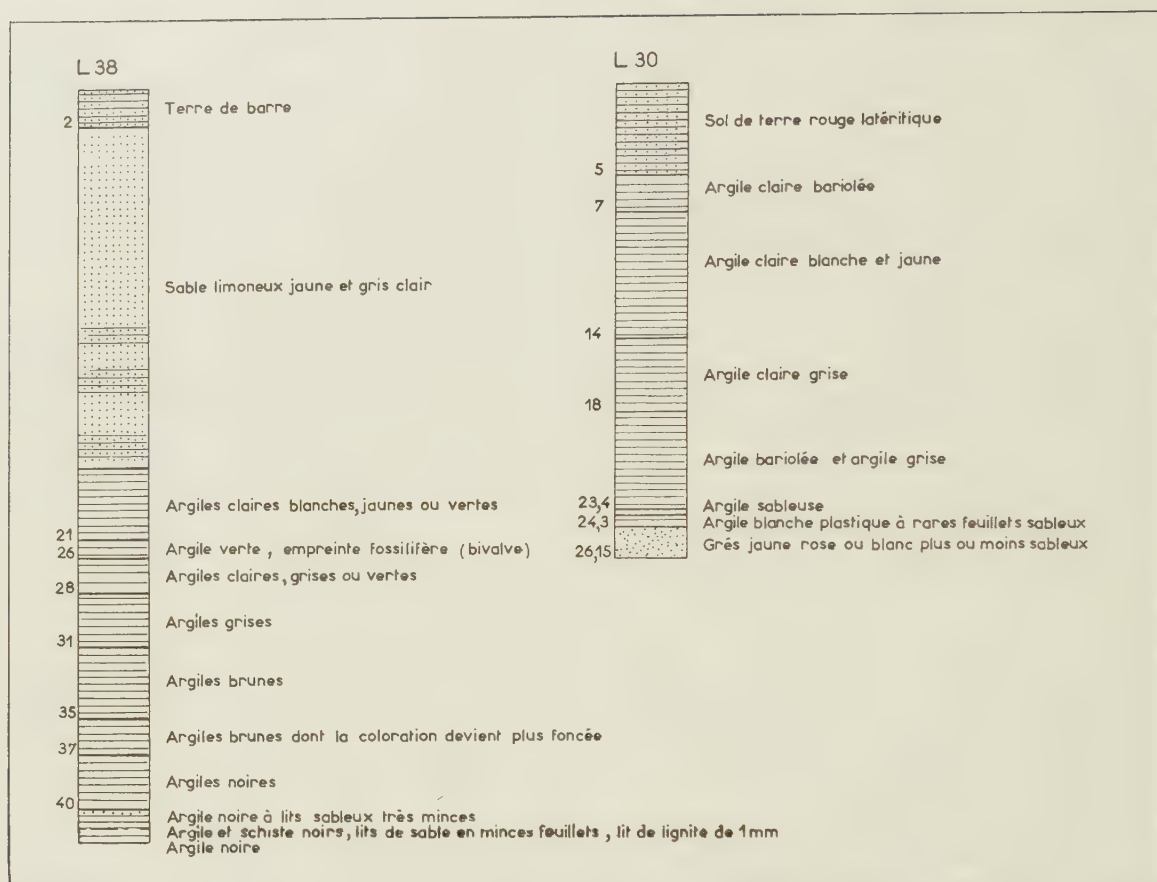


FIG. 55. — Puits de Locogba

d) Puits situés à l'Est de Koulikamé

Dans cette région, un premier puits situé au bord de la route menant de Koulikamé vers le Couffo, montre dans ses déblais : du sable argileux brun rouge, beaucoup d'argile blanche, du sable rose violacé, du sable violet, du grès ferrugineux.

Plus à l'Est, près d'Adjassagon, quelques puits de recherche de faible profondeur, ont également atteint une argile blanche ou gris clair sous des formations latéritiques à concrétions dont certaines portent des empreintes fossiles analogues à celles du sondage H de la région de Zogbodomey.

e) Puits de Dogbo Tota

Les déblais d'un puits de 20 m, situé sur la place du marché, montrent des argiles grises et brunes analogues à celles décrites par H. BESAIKIE à Locogba.

f) *Puits de Gohomé*

Ce puits, situé à une altitude de 50 m environ, a 35 m de profondeur. L'ordre des déblais a pu être reconstitué de la façon suivante :

Argile latéritique plus ou moins sableuse à concrétions.

Argile indurée rouge.

Argile gris clair.

Argile blanche.

Sable très fin jaune.

Sable très fin violacé.

Sable très fin micacé jaune.

Grès ferrugineux fin rouge violacé.

Grès fin brun rouge.

Sable moyen brun.

Cette coupe rappelle également le Crétacé des régions de Kétou et d'Abomey.

g) *Puits de Doumahou*

Ce puits montre aussi, sous un recouvrement sablo-argileux brun rouge peu épais à graviers et galets roulés, des formations argileuses blanches et gris clair surmontant des faciès sableux.

h) *Puits du marché d'Azové*

Les puits qui viennent d'être cités sont situés sur la bordure S et SE du plateau. Au N et au NW de cette région, les déblais des puits deviennent essentiellement sableux, sans faciès argileux à la partie supérieure. Une bonne coupe est fournie par le puits du marché d'Azové, que j'ai eu la chance de pouvoir bien échantillonner (fig. 56).

Cette coupe est caractérisée par une importante formation latéritique compacte située entre 22 et 27 m qui semble marquer la limite supérieure du Crétacé dans ce puits, les formations sus-jacentes étant alors à rattacher au Continental terminal.

Ces formations sablo-argileuses brun-rouge (terre de barre) qui recouvrent une bonne part du plateau d'Aplahoué, appartiennent de façon plus certaine au Continental terminal que dans la région d'Abomey par exemple, car on peut les suivre de façon presque continue jusqu'à la région de Lokossa où elles sont discordantes sur les niveaux éocènes.

Un niveau latéritique comparable à celui d'Azové, est sub-affleurant à quelques centaines de mètres au Sud de l'école de Djacotomé. S'il s'agit du même niveau, on peut en déduire que le Continental terminal est très peu épais dans cette région.

i) *Puits d'Adjahomé*

Ce puits traverse entre 30 et 70 m, un grès blanc à rose, dur, qu'il est peu habituel de rencontrer dans le bassin, surtout avec une si grande épaisseur. Je n'en ai vu de comparable que dans un puits situé au Sud d'Abomey où il est très peu épais, et aux sources de Zagnanado et d'Idigny. Il s'agit vraisemblablement d'une induration locale du Maestrichtien sableux.

En résumé, le plateau d'Aplahoué montre, sous un recouvrement de Continental terminal d'épaisseur variable, des formations sableuses crétacées qui s'ennoient vers le SE sous des argiles claires d'abord, puis devenant foncées lorsque l'on s'éloigne de la bordure du bassin.

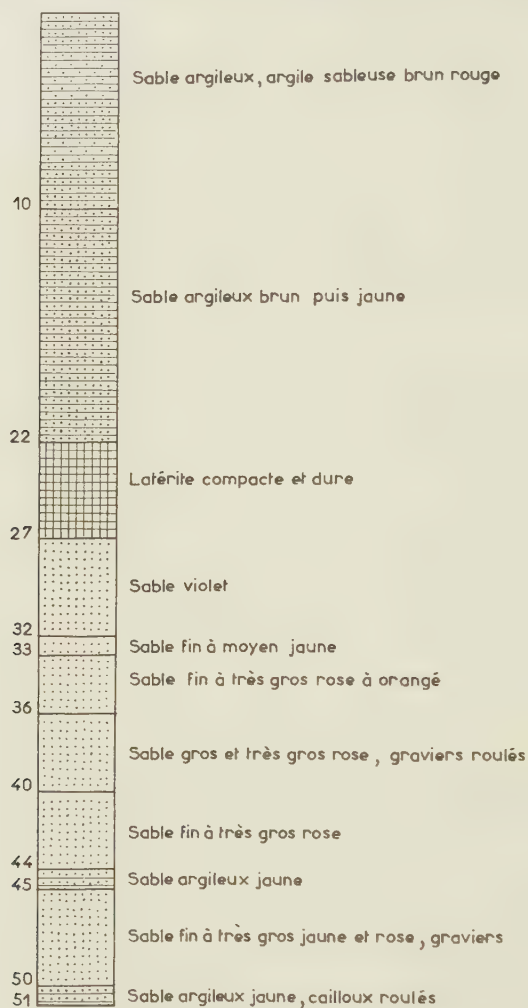


FIG. 56. — Puits du marché d'Azové

8. — Etude de l'Est du Bas-Togo

Les observations faites au Togo sont moins nombreuses que celles faites au Dahomey; cependant, plusieurs sondages fournissent d'intéressantes indications et permettent même de dessiner une coupe structurale. La figure 57 donne la position de ces sondages.

L'étude qui suit examine d'abord les sondages d'Atitogon, d'Afagnagan, de Tabligbo et de Kouvé pour aboutir à la coupe structurale Kouvé-Atitogon. Les informations sur cette partie est du Bas-Togo sont ensuite complétées par un examen du calcaire de Tokpli, d'autres sondages du plateau de Kouvé et des recherches de phosphate de la région d'Akoumapé.

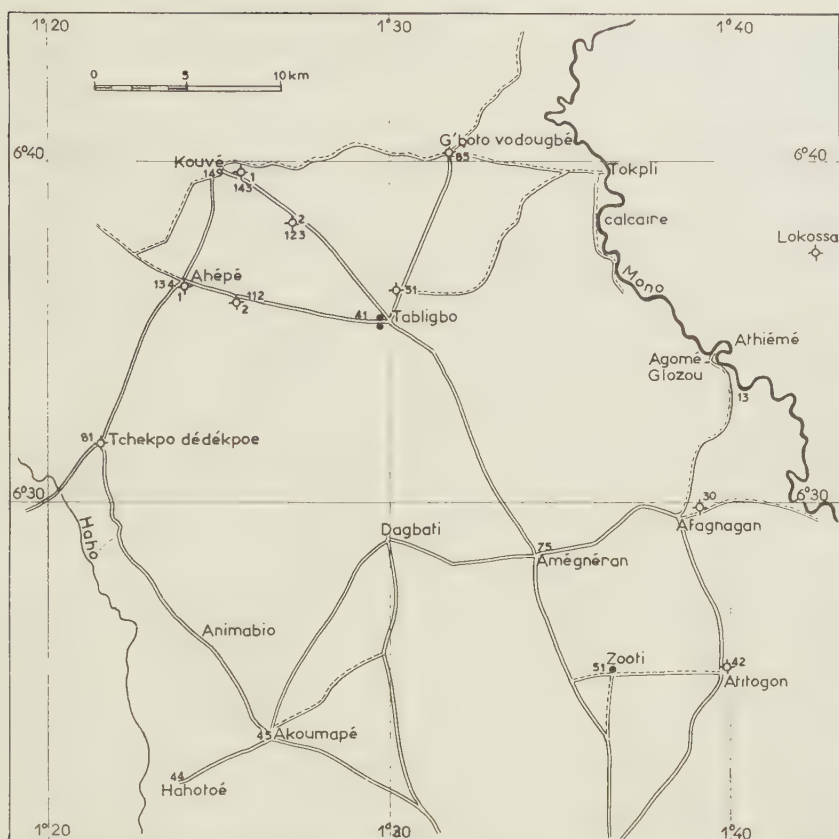


FIG. 57. — Est du Bas Togo

a) Sondage d'Atitogon

Ce sondage est situé sur la place du village, près de la maison du chef. L'altitude à cet endroit est d'environ 42 m. Le sondage a été exécuté avec un matériel (Failing 314) qui n'est pas prévu pour une profondeur aussi importante et la viscosité de la boue n'a été surveillée que sommairement. Il en résulte que l'échantillonnage en est défectueux, avec de nombreuses retombées. Il n'y a pas eu de carottage électrique. Aussi, la coupe de la figure 58 est-elle assez approximative.

Parmi les échantillons étudiés à l'I. F. P., on peut retenir les déterminations suivantes :

- Entre 72,8 et 76,55 (carotte) : *Nonion* cf. *acutidorsatum*, *Loxoconcha* sp., *Buntonia subtriangularis*.
- A 90 m (cuttings) : *Nonion* cf. *acutidorsatum*, *Globorotalia* aff. *crassata* ?, *Eponides* cf. *elevatus*, *Nummulites* sp., *Cibicides simplex*, *Quinqueloculina* sp., *Buntonia subtriangularis*, *Buntonia alabamensis*, *Loxoconcha nuda*, *Cytheropteron* sp.
- Entre 121 et 128 m (cuttings) : *Nummulites* sp. aff. *nuttali*, *Nonion* cf. *acutidorsatum*, *Globigerina* aff. *soldadoensis*, *Cibicides simplex*, *Uvigerina* sp., *Buntonia subtriangularis*, *Buntonia alabamensis*, *Loxoconcha* sp. (idem 75 m), *Leguminocythereis arachnoïdes*.
- Entre 131 et 134 m (carotte) : *Discorbis* sp., *Eponides* cf. *elevatus*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Bolivina striatella* var., *Hopkinsina* sp., *Lagena* sp., *Leguminocythereis applinorum*, *Leguminocythereis rectangulapora*, *Leguminocythereis reidii*, *Leguminocythereis suttoni*, *Buntonia alabamensis*, *Buntonia subtriangularis*, *Cytherideis* sp.

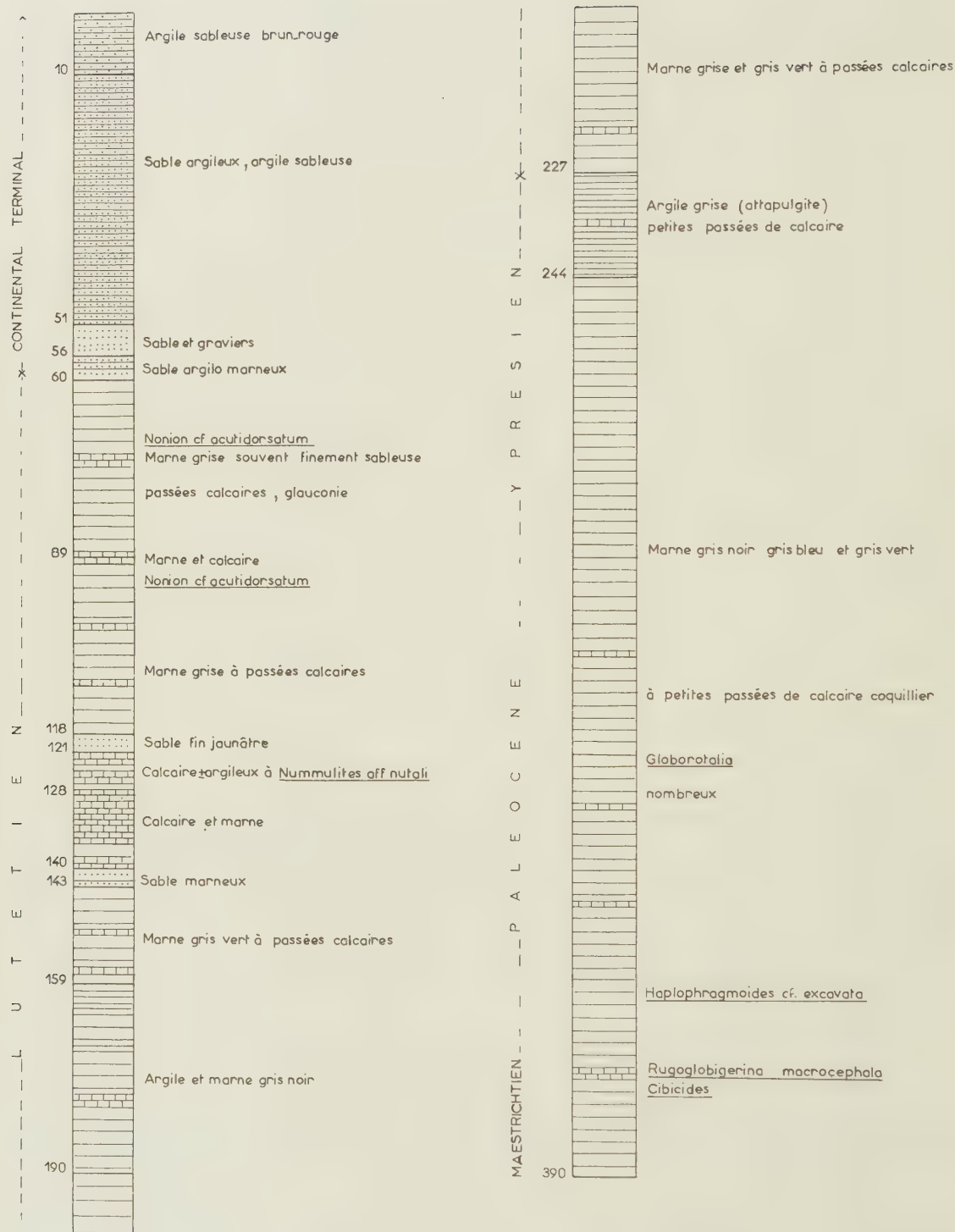


FIG. 58. — Sondage d'Atitogon

- Entre 179 et 184 m (carotte) : *Robulus degolyeri*, *Cancris cf. cocoaensis*, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Globorotalia aff. crassata densa*, *Globigerina pseudo-bulloïdes*. *Hopkinsina sp.*
- Entre 280 et 283 (carotte) : *Discorbis sp. 2*, *Planulina sp. 4*, *Loxostoma sp. 1*, *Globorotalia velascoensis*, *Globorotalia acuta*, *Globorotalia crassata*, *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia cf. wilcoxensis*, *Globorotalia aff. crassata densa*, *Leguminocythereis arachoïdes*.

Les cuttings prélevés à 305, 320, 360 m, montrent encore des *Globorotalia* paléocènes, mais également des Foraminifères provenant à coup sûr de retombées.

A 360 m, on note l'apparition de *Haplophragmoïdes cf. excavata*, que les sondages précédents ont montré à la base de la zone à *Globorotalia*, et immédiatement au-dessus du calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi*. Mais ce calcaire n'apparaît pas dans les échantillons; n'existe-t-il pas ici, ou bien, comme à Lokossa, est-il dissimulé par un échantillonnage défectueux ?

La carotte prise entre 372 et 375 m, fournit des indications beaucoup plus certaines : *Plummerella hantkeninoïdes postata*, *Plummerella hantkeninoïdes hantkeninoïdes*, *Gümbelina plummerae*, *Gümbelina globulosa*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Cibicides n. sp.* (à bouton), *Gavellinella sp.*, *Clithrocytheridea sp.*, *Bairdia sp.*, *Leguminocythereis sp.*

Le Maestrichtien est donc certain à ce niveau. Par contre, l'échantillon correspondant à la profondeur 385, prélevé à l'extrême limite des possibilités de la pompe de la sondeuse, montre un mélange de formes plus récentes dû à des retombées multiples.

En résumé, on remarque dans ce sondage, de bas en haut :

- Un Crétacé supérieur net à 375 m.
- L'absence apparente ou réelle de calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM.
- Un niveau à *Haplophragmoïdes cf. excavata* (accompagné de *Globorotalia* paléocènes) qui n'est pas obligatoirement situé à 360 m, car on peut remarquer que, dans les autres sondages, la distance séparant ce niveau de la limite supérieure du Maestrichtien, est plus importante.

— La carotte prise entre 231 et 234 m qui n'a pas fourni de microfaune, mais montre le faciès finement feuilleté lié à la présence de l'attapulгите dans ce bassin. D'après les cuttings, la limite supérieure de ce faciès est situé à 227 m. Ce repère est particulièrement intéressant ici car les échantillons de cette zone, en particulier ceux qui surmontent la limite supérieure de l'attapulгите, n'ont pu être étudiés; et par exemple, la zone à *Planulina sp. 1256*, dont les retombées indiquent la présence, n'a pu être localisée.

— Une zone à *Nonion cf. acutidorsatum* à la partie supérieure comme dans les sondages de Bopa, Possotomé, Hétin sotta. Les niveaux calcaires y sont fréquents, et, fait nouveau, on trouve un second niveau à Nummulites. Ce niveau est certainement différent du premier niveau à Nummulites cordelées de la région de Toffo et de Pobé, situé beaucoup plus bas dans la série. Il ne s'agit vraisemblablement pas de *Nummulites nuttali* DAVIES, malgré l'affinité remarquée par le déterminateur, car sa position stratigraphique est généralement moins élevée. Il faut espérer que d'autres échantillons de ce niveau pourront être prélevés ultérieurement, de façon à obtenir une détermination plus précise.

D'après les résultats obtenus au Dahomey, la zone à *Nonion cf. acutidorsatum* et tous les niveaux situés au-dessus de la limite supérieure des formations à attapulгите, appartiennent au Lutétien.

b) Sondage d'Afagnagan

Ce sondage est situé à 9 km du précédent, dans une direction voisine du Nord. Il a été implanté à l'Est du village d'Afagnagan, et en contre-bas. Exécuté avec le même matériel que



Fig. 59. — Sondage d'Afagnagan

le sondage précédent, l'échantillonnage en est également défectueux à partir d'une certaine profondeur. La coupe de la figure 59 est donc certainement incomplète.

Les sept carottes prises ont été étudiées pour la microfaune et les résultats suivants ont été obtenus :

- Entre 60,65 et 63 m : *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Hopkinsina* sp. 2, *Bolivina striatella* var., *Anomalinoïdes* sp., *Loxoconcha* sp., *Leguminocythereis applanorum*.

La présence d'*Hopkinsina* sp. 2 permet des corrélations avec les régions de Lokossa, Bapodji et Toffo qui datent ce niveau du Lutétien.

- Entre 101 et 102,5 m, mes recherches de microfaune ont été vaines. Mais le lavage fait à l'I. F. P. signale : *Eponides elevatus* var. *trochoïdea*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Planulina* sp. 1256.

La présence d'attapulgitite dans le faciès finement feuilleté de cette carotte a été confirmé aux rayons X. La détermination de *Planulina* sp. 1256 à ce niveau montre que ce Foraminifère peut être également trouvé en dehors du niveau lutétien caractérisé par son abondance.

- Entre 125 et 128 m, la microfaune est peu caractéristique : *Haplophragmoïdes* sp., *Ammolagena*, *Clithrocytherea* sp., *Brachyocythere* sp., *Cytherella* sp., *Paracypris* sp.
- Entre 158 et 161, 3 m, la microfaune est embryonnaire et non déterminable; il s'agit de *Rotalidae* et de *Globigerinidae*.
- Entre 201,45 et 204,45 m : *Gavellinella* sp., *Robulus midwayensis*, *Haplophragmoïdes* cf. *excavata*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Globorotalia* aff. *crassata*.

Ce dernier niveau surmonte habituellement le calcaire à *Togocyamus seefriedi*. La présence de ce calcaire n'est pas nette dans ce sondage, mais, comme à Lokossa, il semble qu'il soit dissimulé par le mauvais échantillonnage car, entre 208 et 212 m, les cuttings marneux comprennent de nombreux débris calcaires et j'ai pu trouver parmi eux un exemplaire de *Togocyamus seefriedi*.

- Entre 271,9 et 274 et entre 343 et 347 m, les lavages n'ont montré que *Clythrocytheridea* sp. La dernière carotte montre également des débris de grosse huître.

L'étude des cuttings a surtout confirmé l'importance des retombées.

Des études de minéraux argileux aux rayons X ont indiqué la présence d'attapulgitite à 102, 127, 159 et 203 m. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans les sondages précédents. A l'examen des faciès, on peut encore préciser que la limite supérieure des argiles et marnes feuilletées à attapulgitite est située à 99 m. La limite inférieure est moins visible; elle est probablement située à peu de distance au-dessus du niveau à *Togocyamus seefriedi*, soit entre 203 et 208 m.

On remarque enfin que, dans ce sondage, et contrairement à ce qui se passe à Lokossa ou à Kpénou, les faciès sableux de la base sont peu développés.

c) Sondage de Tabligbo

Le sondage de Tabligbo est situé près de la résidence du Poste administratif, à une altitude d'environ 51 m.

La coupe du sondage peut être divisée en trois parties :

- Une partie supérieure surtout sableuse avec des faciès clairs, qui appartient vraisemblablement au Continental terminal.

— A partir de 44 m, une partie moyenne dans laquelle l'argile domine, avec des faciès foncés, souvent noirs. Les recherches de microfaune n'ont pas abouti, mais des comparaisons aisées permettent de rattacher ces formations au Maestrichtien.

— Une partie inférieure à nouveau sableuse. Mais on remarque encore que la formation sableuse est moins importante que dans les sondages analogues du Dahomey.

Le socle précambrien, altéré d'abord, puis dur à partir de 124,8 m, est une granodiorite.

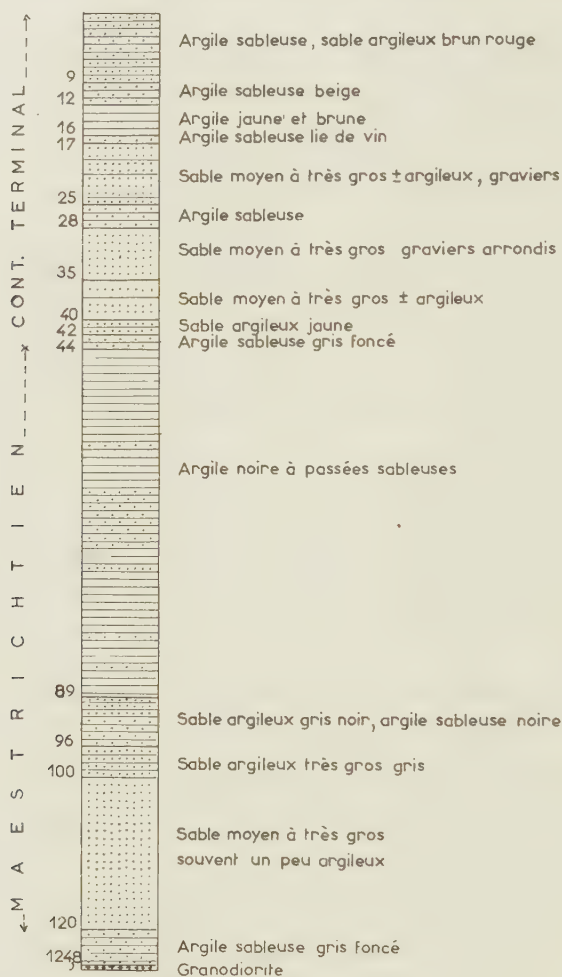


FIG. 60. — Sondage de Tabligbo

Calcaire de Tabligbo

N. KOURIATCHY fait mention, sans le décrire, d'un calcaire aquifère situé au fond d'un puits de Tabligbo. Ce niveau avait été évoqué en 1915 par P. OPPENHEIM qui y a déterminé *Cardita tabligboensis*.

Pour ma part, je n'ai pu voir de calcaire dans les trois puits observés à cet endroit; de plus, les déblais de curage indiquaient nettement que la formation aquifère est un sable. Le sondage ne rencontre pas non plus de calcaire.

Il faut donc supposer que dans le puits signalé par KOURIATCHY et OPPENHEIM, l'érosion précédent le dépôt du Continental terminal a été moins intense que dans la région du sondage, laissant en place des niveaux supplémentaires, dont le calcaire. Ce puits était probablement situé nettement au Sud du sondage.

d) Sondages de Kouvé

Trois sondages de recherche d'eau ont été foncé près de Kouvé. Le plus ancien, dont la coupe n'est pas connue, a été foncé dans le village même; il a rencontré le socle ancien dur à 64,7 m de profondeur.

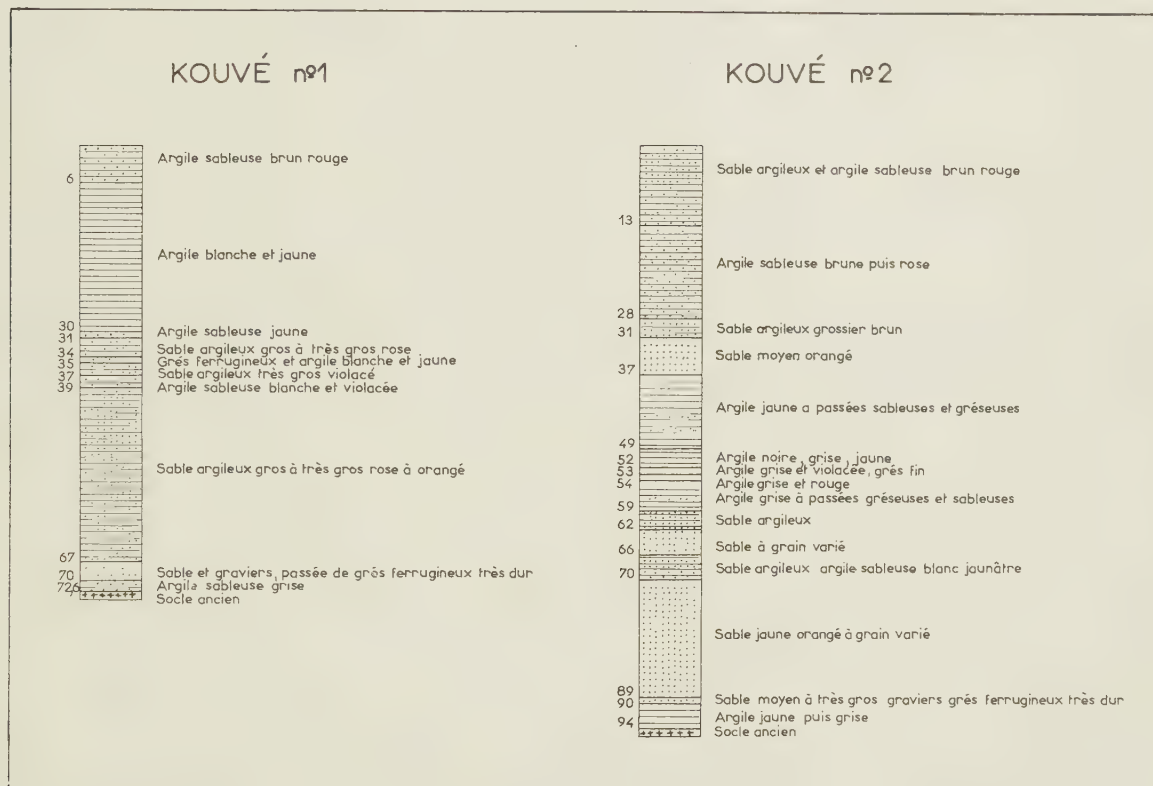


FIG. 61. — Sondages de Kouvé

En 1952, l'entreprise S. A. S. I. F. a exécuté deux nouveaux sondages au bord de la route menant à Tabligbo. Le sondage n° 1 est à 1,3 km du village, le sondage n° 2 à 4 km. Les altitudes en ces points sont respectivement de 143 et de 123 m.

Les formations traversées par les deux sondages sont azoïques. On peut penser que les 37 premiers mètres du sondage n° 2 appartiennent au Continental terminal alors que les formations situées plus bas sont crétacées. Une séparation de cet ordre est plus difficile à situer dans le sondage n° 1.

e) Coupe structurale Kouvé-Atitogon

Les sondages de Kouvé, Tabligbo, Afagnagan, sont sensiblement alignés de sorte qu'il est possible de dessiner la coupe structurale de la figure 62, complétée par la projection du sondage d'Atitogon.

Entre Atitogon et Afagnagan, le pendage est essentiellement défini par la limite supérieure des faciès feuilletés à attapulgit, qui apparaît bien dans les deux sondages; sa valeur est d'environ 14 millièmes suivant la direction de la coupe structurale.

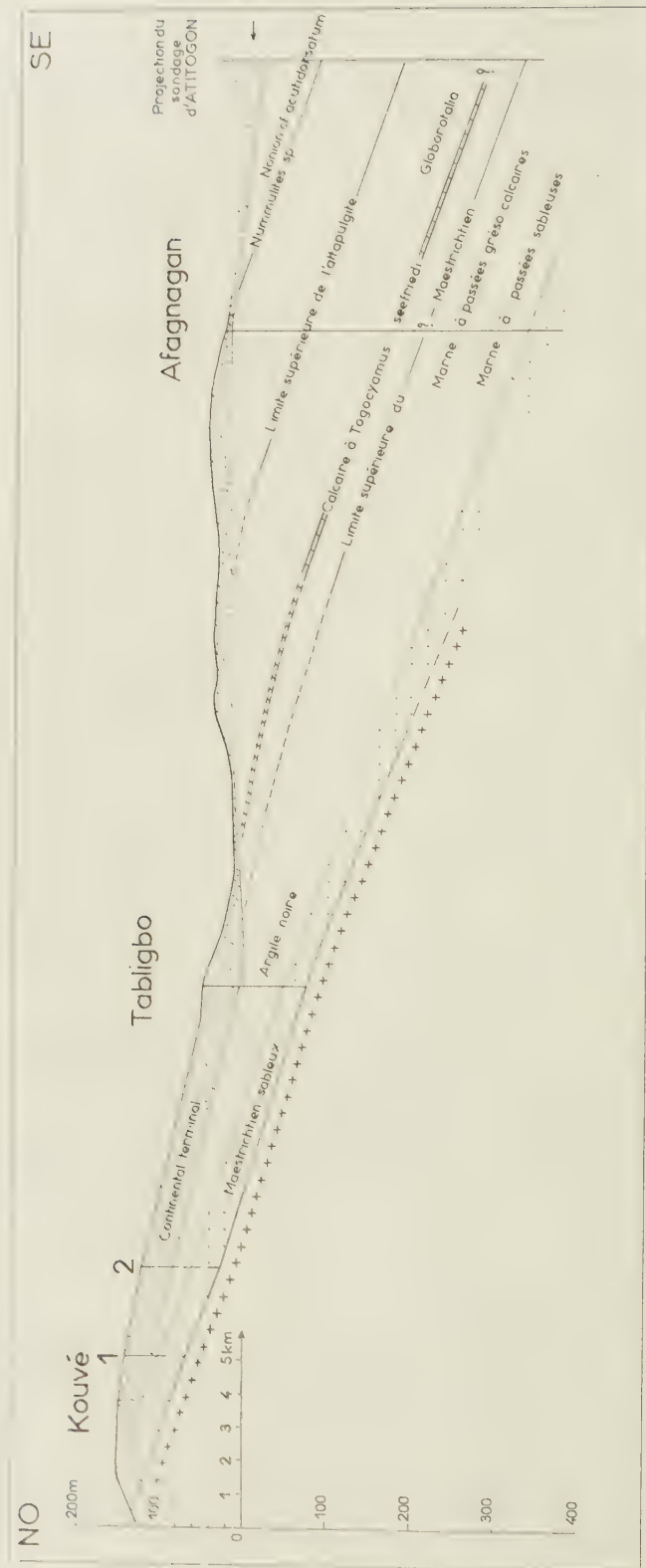


FIG. 62. — Coupe structurale Kouvé-Atitogon

On remarque que le toit des formations sableuses du Maestrichtien a sensiblement la même pente, de sorte que l'on peut en déduire que la limite supérieure du Maestrichtien est également située dans un plan parallèle. Et comme elle a été localisée vers 370 m de profondeur à Atitogon, on peut la placer vers 240 m à Afagnagan, où la microfaune n'avait pu donner cette indication.

Les faciès argileux du sondage de Tabligbo évoluent vers le SE en faciès marneux, avec apparition de niveaux grésocalcaires. Une évolution analogue a été notée au Dahomey.

f) Gisements de calcaire de Tokpli

Ce gisement est connu depuis longtemps; on en trouve déjà une description dans une communication faite par L. von AMMON à la Société géographique de Munich en 1905. D'autres descriptions ont été données par H. HUBERT, W. KOERT, N. KOURIATCHY.

Le calcaire affleure dans le lit du Mono, côté rive droite, à environ 1,5 km au Sud de Tokpli et à proximité du village d'Adabion. Il n'est visible qu'en saison sèche, lorsque les eaux sont basses. Cet affleurement semble diminuer considérablement avec le temps, ainsi que le fait remarquer N. KOURIATCHY. Le niveau calcaire, qui affleure sur une longueur de l'ordre de 100 m, semble peu épais; il est largement attaqué par l'érosion et comporte beaucoup de gros blocs.

La faune de ce gisement a été décrite en 1915 par P. OPPENHEIM qui y a déterminé 28 espèces dont 23 espèces nouvelles :

- Coralliaires : *Conocyathus togoensis* OPP.
- Echinodermes : *Echinocyamus (Togocyamus) seefriedi* OPP.
- Lamellibranches : *Pectunculus togoensis* OPP., *Cardium zechi* OPP., *Cardium* cf. *hallaense* d'ARCHIAC, *Cardita koerti* OPP., *Cardita togoensis* OPP., *Cardita tabligboensis* OPP., *Cytherea grüneri* OPP., *Corbula togoensis* OPP., *Corbula dactylus* OPP.
- Gastéropodes : *Collenia* cf. *grandis* OPP., *Turritella* cf. *hollandei* COSSMAN et PISSARO, *Turritella adabionensis* OPP., *Turritella tokpliensis* OPP., *Mesalia farafrensis* OPP., *Mesalia koerti* OPP., *Cerithium wanneri* OPP., *Rostellaria (Cyclomolops) subhumerosa* OPP., *Cypraea (Eocypraea) sublandanensis* OPP., *Melongena (?) guillemaini* OPP., *Volutilithes grüneri* OPP., *Heligmotoma* sp., *Strepsidura kerstingi* OPP., *Pleurotoma togoensis* OPP.
- Céphalopodes : *Nautilus* cf. *deluci* d'ARCHIAC.
- Crustacés : *Callianassa seefriedi* von AMMON.

La faune de Poissons de ce gisement, décrite par STROMER, a été divisée par LERICHE et comprend les espèces suivantes :

Pycnodus variabilis STROMER var. *togoensis* STR., *Myliobatis dixonii* AGASSIZ, *Myliobatis* sp., *Hypolophites myliobatoïdes* STROMER, *Odontaspis macrota* AG., *Ginglymostoma* sp.

Pour P. FURON (1942), cette faune est paléocène. On remarque qu'elle comprend *Togocyamus seefriedi* OPP., ce qui permet de situer ce niveau dans la série stratigraphique.

Si l'on considère la coupe structurale précédente et le plan de la fig. 57, on constate que la position de l'affleurement de la région de Tokpli oblige à imaginer que le pendage diminue notablement vers le Nord; sinon, l'affleurement serait situé plus en aval.

g) Autres sondages du plateau de Kouvé

En plus des sondages décrits à propos de la coupe structurale, quatre autres sondages ont été foncés sur le plateau de Kouvé, à G'boto, Ahépé (1 et 2), Tchekpo.

Sondage de G'boto

Ce sondage a été foncé au fond d'un puits situé dans le village de G'boto Vodougbe. La cote au sol est de l'ordre de 90 m et le puits a 26,7 m de profondeur.

Lorsque j'ai vu ce puits, en septembre 1952, je n'ai pu trouver de déblais à proximité. D'après la population, la couche aquifère serait sableuse. Mais J. ARCHAMBAULT, à la suite d'une visite faite l'année précédente, pensait que l'eau provenait d'un calcaire, et donnait la coupe suivante : 10 m de sable, puis argile compacte éocène avec un banc de calcaire coquillier analogue à celui de Tokpli. Rien ne m'a permis de confirmer cette coupe.

Le débit du puits étant trop faible, un sondage a été exécuté à partir du fond. Il a traversé les niveaux suivants :

- 26,7- 37 m : Argile blanche et jaune parfois très finement sableuse.
- 37 - 46 m : Argile gris clair à passées jaunes.
- 46 - 64 m : Argile finement sableuse noire et grise pyriteuse, ligniteuse à la base.
- 64 - 66 m : Sable argileux fin, noir, pyriteux.
- 66 - 69 m : Sable fin gris et rose.
- 69 - 79 m : Sable moyen rose.
- 79 - 80 m : Argile sableuse gris noir.
- 80 - 95,5 m : Sable à grain varié rose et blanc.
- 95,5-100 m : Argile bariolée blanc et lie-de-vin.

Les argiles de la partie supérieure, nettement kaoliniques, ressemblent beaucoup à celles que l'on trouve, sous le recouvrement latéritique, entre Kétou et Odo Méta, et au Sud du plateau d'Abomey.

A 34 m, on trouve une argile ocre jaune à empreintes de Lamellibranches brunes dont le faciès est semblable à celui des niveaux fossilifères de la région de H'lagba Dénou-Agrimey où il existe une faune du Maestrichtien.

A 35 m, on remarque encore un niveau à oolithes ou pseudo-oolithes verdâtres creuses que l'on trouve également dans les régions précédentes, vers le sommet du Crétacé.

Certains échantillons ont été étudiés pour la microfaune à l'I. F. P., sans beaucoup de succès :

- A 46 et 52 m, rares Foraminifères arénacés : *Haplophragmoïdes* sp., *Trochamina* sp.
- A 52, 54, 58 et 79 m, pas de microfaune.

J'ai étudié quelques niveaux supplémentaires, notamment ceux comportant des empreintes, sans meilleurs résultats.

Ce sondage permet encore quelques remarques :

- On ne trouve aucune trace de calcaire ou de marne dans les échantillons.
- Les sables de la base sont surmontés de 38 m de formations argileuses. D'où, l'épaisseur moins importante de ces dernières à Kouvé n° 2, provient de l'érosion et, par conséquent, les formations sableuses sus-jacentes n'appartiennent pas au Crétacé mais au Continental terminal.
- Le socle ancien n'a pas été atteint à G'boto, mais il semble que les argiles du fond en annoncent la proximité.

Sondages d'Ahépé

Deux sondages ont été exécutés près de cette agglomération. Le premier a été placé dans le village même (Ahépé Apédomé), à proximité immédiate d'un ancien sondage qui aurait fourni de l'eau autrefois. L'altitude est d'environ 134 m. Le second sondage a été implanté à 3 km du premier, au bord de la route menant à Tabligbo. L'altitude en ce point est d'environ 112 m.

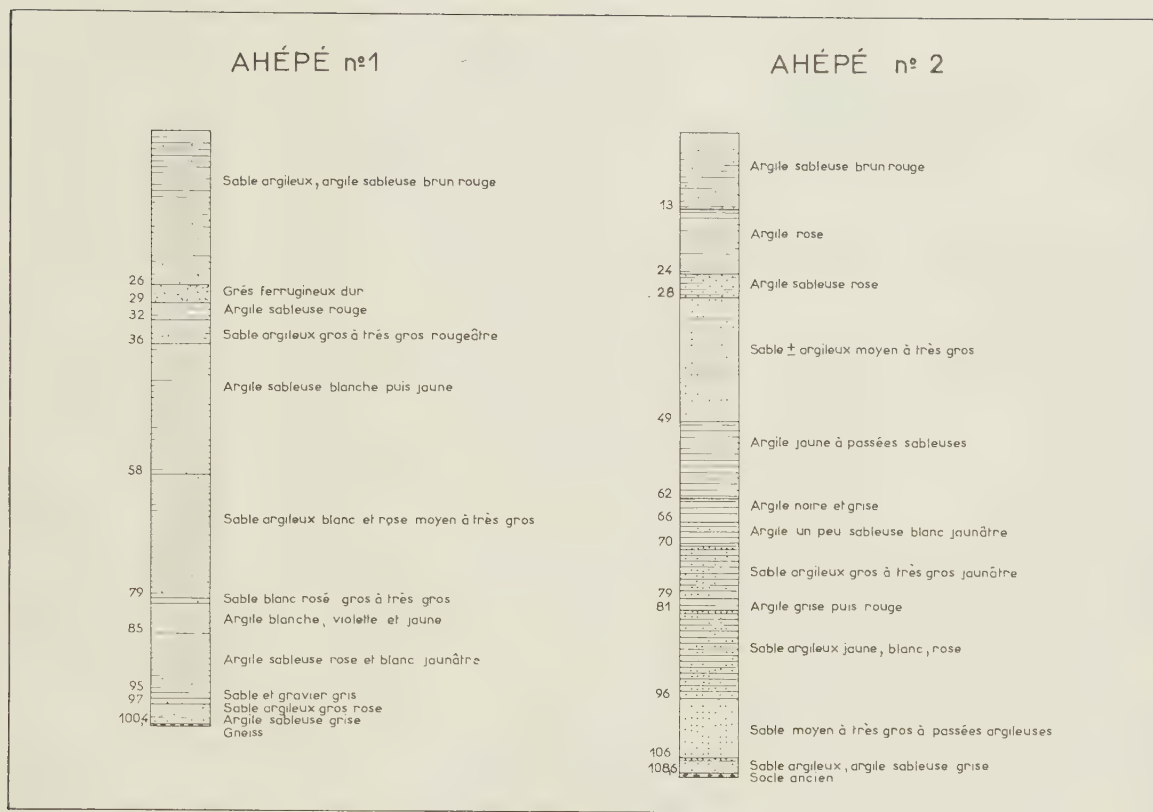


FIG. 63. — Sondages d'Ahépé

Comme on peut le voir sur la figure 63, le sondage n° 2 ressemble assez au sondage n° 2 de Kouvé, avec son intercalation argileuse médiane séparant deux formations à dominante sableuse. A partir de 49 m, les niveaux traversés sont certainement maestrichtiens; au-dessus, comme à Kouvé 2, il s'agit probablement de Continental terminal qui est ici plus argileux.

Au sondage n° 1, il y a probablement une superposition analogue, mais la limite apparaît plus difficilement. On peut la situer peut être à 26 m, le niveau grésio-ferrugineux pouvant être la trace d'un ancien niveau superficiel.

Sondage de Tchekpo

Ce sondage est situé en plein dans le village de Tchekpo-Dedekpoe, à une altitude voisine de 81 m. Sa coupe est représentée à la figure 64.

Comme dans les sondages précédents, la superposition Crétacé supérieur-Continental terminal paraît probable. Mais la limite est également difficile à déterminer. Elle est probablement située entre 42 et 48 m.

Contrairement à ce qui se passe au Dahomey, les faciès sableux de base sont ici argileux et très peu développés.

h) Région d'Akoumapé

Cette région a fait l'objet d'une prospection serrée pour la recherche du phosphate, et un gisement intéressant a été découvert.

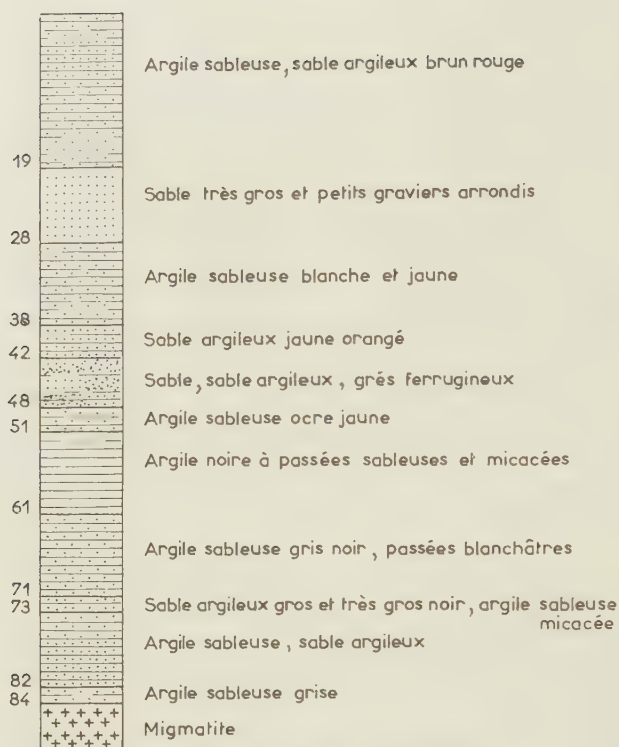


FIG. 64. — Sondage de Tchekpo

La prospection a d'abord été menée par le Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord et, dans une zone moins importante, par la société Mines et Produits chimiques. Puis a été constituée la Société minière du Bénin. La prospection a été menée sous la direction de géologues appartenant à ces sociétés et de L. VISSE, géologue-conseil; il leur revient de décrire ce gisement et je ne donnerai sur cette région que des informations sommaires.

Le gisement de phosphate s'étend sur une bande longue de 20 km environ, depuis la région d'Hahotoé jusqu'à celle de Dagbati. Dans cette zone, la série stratigraphique se présente de la façon suivante :

— A la partie supérieure se trouvent des formations du Continental terminal, sablo-argileuses, avec généralement à la base, un niveau à graviers et cailloux roulés, souvent consolidé près de l'affleurement par un ciment ferrugineux. L'épaisseur de ces formations varie de 1 à 30 m dans la zone considérée.

— Vient ensuite, en-dessous, un niveau de phosphate fin blanchâtre ou légèrement orangé dont l'épaisseur varie de 1 à 7 m.

C'est la couche I dont l'exploitation est envisagée. Ce niveau est parfois précédé par quelques mètres d'argile gris clair ou légèrement verdâtre.

Dans le phosphate, ou légèrement en-dessous, j'ai pu recueillir quelques dents de Poissons :

Odontaspis koerti STROMER, *Odontaspis vincenti* WOODW. *Cylindracanthus rectus* AG., *Physodon tertius* WINKL., *Galeocerdo latidens* AG.

Ces dents indiquent le Lutétien.

— Sous la couche I, vient se situer un niveau d'argiles, marnes et calcaires plus ou moins phosphatés. C'est la couche 2 de L. VISSE. Son épaisseur est variable; elle peut être absente ou

bien atteindre une épaisseur maximum de l'ordre de 10 m. La microfaune de ce niveau comprend notamment *Planulina* sp. 1256, *Hopkinsina* sp. 2.

— Immédiatement sous la couche 2, une nouvelle formation phosphatée constitue la couche 3. Elle est formée de phosphate fin, de calcaire phosphaté et d'un niveau conglomératique à coprolithes et nodules de phosphate à aspect de nougat : c'est le faisceau phosphaté du puits 100 de Toffo ou du puits 8 de la région de Bapodji. L'épaisseur de ce niveau varie de 0 à 1 m.

— Enfin, à la base de cet ensemble, on trouve un niveau d'argile et marne feuilletées à attapulгите (palygorskite). L. VISSE a signalé le premier la présence de palygorskite dans cette région et près de Toffo.

Ce schéma ressemble assez à la synthèse stratigraphique de la figure 51, établie dans la région de Lokossa. On retrouve à Lokossa l'équivalent de la couche I (moins épaisse cependant), la couche 3 et les niveaux à attapulгите. Mais entre la couche 1 et la couche 3 se développe un ensemble de 25 m environ qui comprend des argiles à gypse que l'on ne connaît pas au Togo dans cette position.

On constate donc, d'Ouest en Est, un épaississement notable des formations séparant la couche I de la couche 3.

Mais, de plus, les couches 2 et 3 ont, au Togo, des épaisseurs variables et parfois disparaissent de façon à laisser reposer la couche I directement sur les niveaux à attapulгите. On en déduit qu'une lacune de sédimentation ou une phase d'érosion a précédé le dépôt de la couche 1, au moins localement.

La couche 1 peut donc être localement discordante sur les niveaux sous-jacents.

A l'Est de Dagbati, en direction d'Amegneran, la couche 1 disparaît. Au cours d'une tournée faite en compagnie de M. RICHARD, alors chef de mission du Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord, j'ai eu l'occasion de ramasser deux échantillons de calcaire dans un puits stérile. La faune a été déterminée par le C.E.D.P. :

Glycymeris subtogoensis FURON, *Plicatula landanensis* VINCENT, *Cardita* (*Venericardia*) cf. *landanensis* VINCENT, cf. *Cyprina transversa* d'ARCHIAC, *Meretrix gruneri* OPP., *Cardium* cf. *mamillatum* FURON, *Callista* (*Microcallista*) *proxima* DESHAYES.

Cette faune est paléocène; trois espèces sont communes avec le calcaire de Doukonta, de la région de Lokossa et peut être s'agit-il du même niveau, assez haut dans le Paléocène. Mais cette hypothèse demande à être confirmée.

En résumé, les sondages de l'Est du Bas-Togo ont permis de retrouver la plupart des niveaux déterminés au Dahomey.

Le Maestrichtien semble ne pas affleurer à cause d'un recouvrement de Continental terminal. Il est toujours sableux à la base, mais ces faciès sableux sont beaucoup moins développés qu'au Dahomey.

Le calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi* n'est pas certain dans les sondages, mais il affleure dans le lit du Mono et a permis à P. OPPENHEIM de déterminer une faune abondante.

Les faciès argileux et marneux à attapulгите sont présents. Comme au Dahomey, ils contiennent une zone à *Globorotalia* paléocènes dans leur moitié inférieure, et sont surmontés par des niveaux lutétiens particulièrement développés dans le sondage d'Atitogon où, dans la zone à *Nonion* cf. *acutidorsatum*, apparaît un niveau à Nummulites encore inconnu au Dahomey.

Dans la région d'Akoumapé, le Lutétien est beaucoup moins épais et contient plusieurs niveaux phosphatés. Le niveau supérieur, couche I, paraît s'être déposé après une lacune de sédimentation ou une érosion. Il est donc localement discordant.

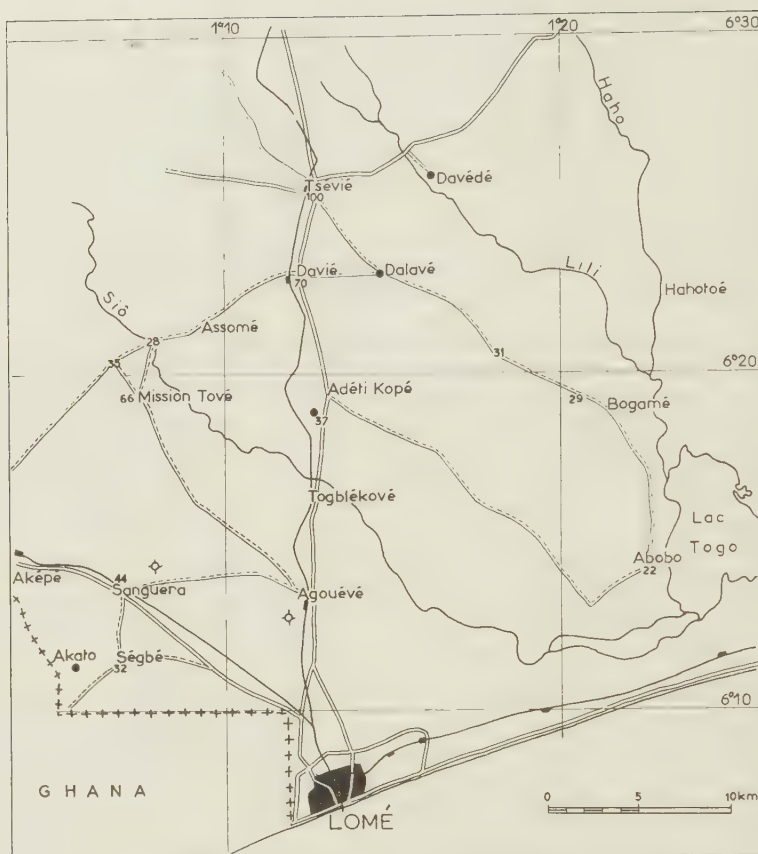


FIG. 65. — Plan de l'Ouest du Bas-Togo

9. — Etude de l'Ouest du Bas-Togo

Les renseignements précis sur cette région sont peu abondants. Plusieurs sondages y avaient été foncés autrefois notamment à Tsévié, Mission Tové, Noépé, Aképe, Sanguéra; malheureusement les échantillons n'en ont pas été conservés et les coupes que j'ai pu en retrouver sont assez peu géologiques.

Des informations plus intéressantes sont fournies par les sondages d'Agouévè et surtout de Sanguera. Seuls les faits les plus marquants sont exposés ici.

a) Sondage de Tsévié

Ce sondage est situé dans l'agglomération de Tsévié, à une altitude voisine de 100 m. La coupe retrouvée dans les archives du Service des Travaux publics à Lomé est la suivante :

- 0 -47,1 m : ?
- 47,1-51 m : Sable jaunâtre avec veines blanches et rouges;
- 51 -54,2 m : Sable rougeâtre;
- 54,2-57,4 m : Argile violacée avec veines blanches et rouges;
- 57,4-69,3 m : Sable jaune, blanc, rose;

69,3-72,7 m : Sable argileux à concrétions ferrugineuses;
 72,7-74,3 m : Roche grisâtre renfermant des fossiles;
 74,3-76,2 m : Argile sableuse noire;
 76,2-77,6 m : Argile sableuse blanche.

Les 72 premiers mètres pourraient appartenir au Continental terminal, alors que la « roche grisâtre renfermant des fossiles » serait éocène ou crétacée.

Les sables maestrichtiens n'ont pas été atteints. Or, comme le socle précambrien affleure à quelques kilomètres au Nord de Tsévié, on devrait s'attendre à le trouver à peu de distance de la base du sondage; et ainsi, les sables maestrichtiens n'existeraient pas ou seraient très réduits dans cette région. A moins qu'une faille, dont rien n'indique encore l'existence, place le socle, à Tsévié, à une profondeur plus importante que prévu.

b) Puits de Dalavé

La coupe de ce puits n'est pas connue. Mais P. AICARD a ramassé dans ses déblais, en 1945, des échantillons d'argile papyracée dont j'ai étudié la microfaune. Elle est rare, mais caractéristique avec *Globorotalia crassata aequa*, *Globorotalia acuta*; le Paléocène est certain et le niveau est plus élevé dans la série que le calcaire à *Togocyamus seefriedi*.

c) Puits de Togblékové

N. KOURIATCHY donne la coupe d'un puits exécuté en 1929 dans la plantation de Togblékové, soit au Sud d'Adéti Kopé, à une altitude voisine de 37 m :

0 - 2,1 m : Sable argileux rougeâtre;
 2,1- 3 m : Sable blanc à graviers;
 3 - 3,4 m : Argile grise à galets.
 3,4-26 m : Argile grise schisteuse jaunâtre;
 26 -38,1 m : Marne bleuâtre à Foraminifères;
 38,1-38,5 m : Calcaire phosphaté;
 38,5-41,5 m : Calcaire coquillier et glauconieux.

Les échantillons du calcaire coquillier du fond, récoltés par KOURIATCHY, ont été étudiés en 1947 par R. FURON. La faune comprend 67 espèces d'Invertébrés. 23 espèces sont communes avec le gisement de Tokpli (Adabion) :

- Lamellibranches : *Corbula togoensis* OPPENHEIM, *Corbula dactylus* OPP., *Corbula atlantica* FURON, *Tellina (Cyclotellina) veneriformis* FURON, *Tellina (Elliptotellina) kouriatchyi* FURON, *Meretrix gruneri* OPP., *Meretrix adabionensis* OPP., *Meretrix (Calista) proxima* DESH., var. *montensis* COSSM., *Meretrix (Tivelina ?) inornata* FURON, *Cardium zechi* OPP., *Cardium cf. halaense* d'ARCHIAC, *Cardium (Trachycardium) mamillatum* FURON, *Corbis subdavidsoni* FURON, *Cardita tabligboensis* OPP., *Cardita togoensis* OPP., *Venericardia koerti* OPP., *Pectunculus togoensis* OPP., *Pectunculus sub-togoensis* FURON, *Plicatula huberti* FURON, *Ostrea* sp.
- Gastéropodes : *Collonia cf. grandis* OPP., *Scala* sp., *Natica (Polinices) togoensis* FURON, *Crommium (Amauropsella) lineolata* FURON, *Ampullina* sp., *Ampullospira (Euspirocrommium) kouriatchyi* FURON, *Solarium togoense* FURON, *Pseudomalaxis parisoti* FURON, *Turritella adabionensis* OPP., *Turritella cf. hollandei* COSSM. et PISS., *Turritella tokpliensis* OPP., *Turritella cf. vredenburghi* DOUVILLÉ, *Mesalia farafrensis* OPP., *Mesalia (Sigmesalia) koerti* OPP., *Mesalia (?) acirsoides* FURON, *Mesalia* sp., *Mathildia togoensis* FURON, *Cerithium (Bittium) wanneri* OPP., *Cyclomolops subhumerosa* OPP., *Cypraea sublandanensis* OPP., *Galeodea (Cassidaria) kouriatchyi* FURON, *Oniscia chavani* FURON, *Cominella bonnecarreri* FURON, *Cyrtorchetus (Loxotaphrus) africanus* FURON, *Strepsidura kerstingi* OPP., *Melongena (?) guillemaini* OPP., *Streptochetus*

cancellatus FURON, *Fusus* (*Levifusus*) *paleocenicus* FURON, *Athleta* (*Volutocorbis*) *gruneri* OPP., *Lapparia simplex* FURON, *Volutilithes* (*Neoathleta* ?) *uniplicata* FURON, *Clinuropsis togoensis* OPP., *Drillia* sp., *Ollivancillaria* (*Agaronia*) FURON, *Pseudoliva* sp., *Tornatellaea africana* FURON, *Acera togoensis* FURON, *Bullinella togoensis* FURON.

— Echinodermes : *Togocyamus seefriedi* OPP.

— Coralliaires : *Conocyathus togoensis* OPP., *Deltocyathus* sp., *Trochocyathus* sp.

— Crustacés : *Callianassa seefriedi* von AMMON.

Parmi cette faune paléocène abondante citée à titre documentaire, on remarque *Togocyamus seefriedi* OPP. qui permet de placer ce niveau calcaire dans la série stratigraphique. On en déduit que l'argile schisteuse située entre 3,4 et 26 m contient probablement de l'attapulгите et est incluse dans la zone à *Globorotalia* paléocènes.

d) Sondage de Sanguéra

Ce sondage n'est pas situé à Sanguera même, contrairement à l'ancien sondage, mais à environ 2 km au NE, au lieu dit Sagnra. L'altitude à cet endroit est d'environ 45 m. La figure 66 montre la coupe du sondage.

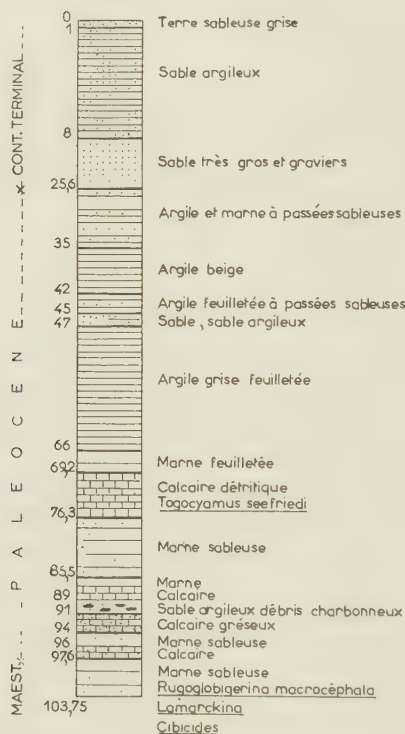


FIG. 66. — Sondage de Sanguéra

Le calcaire situé entre 69,2 et 76,3 m, n'a pu être précisé à la partie supérieure à cause de pertes totales de boues. Vers 75 m, le calcaire est plus compact, phosphaté et coquillier. L'étude de la faune a donné les résultats suivants :

Macrocallista adabionensis OPP., cf. *Diplodonta adangmarum* Cox, cf. *Diplodonta subhoudaisi* TESSIER, *Meretrix* cf. *adabionensis* OPP., *Venericardia* sp., *Cardium* sp., *Calyptrea* *aperta* SOL., *Callianassa* sp., *Togocyamus seefriedi* OPP.

Il s'agit donc du même niveau qu'à Togblékové, c'est-à-dire du calcaire paléocène à *Togocyamus seefriedi*.

La carotte prise au fond du sondage, entre 100 et 103 m, fournit un autre repère intéressant. En effet, la microfaune est la suivante :

Rugoglobigerina macrocéphala, *Gumbelina striata*, *Lamarckina* sp. (N'Zida 60 m), *Cibicides* n. sp. (à bouton), *Gavellinella* sp. (N'Zida 58 m), *Brachyocythere* sp., *Clithrocytheridea* sp., *Basslerites* sp., *Paracypris* sp., *Cytherella* sp.

Cette microfaune caractérise, bien entendu, le Maestrichtien.

e) Puits d'Akato Avoémé

Ce puits est situé à moins de 2 km à l'Ouest du poste de douane de Ségbé, à une altitude d'environ 25 m. Il a été foncé en 1952-1953 par la Subdivision administrative de Lomé. J'avais signalé au Chef de Subdivision la possibilité de trouver en profondeur un niveau de calcaire aquifère (celui de Sanguéra), sans toutefois pouvoir en indiquer la position. L'Administrateur a eu la ténacité de faire poursuivre le puits jusqu'à 88 m, et les efforts déployés ont été couronnés de succès. La coupe du puits est sommairement la suivante :

- 0 -30 m : Formation sablo-argileuse du Continental terminal;
- 30 -41 m : Argile et marne feuilletée jaune;
- 41 -80 m : Argile et marne feuilletée noire à passées pyriteuses;
- 80 -84,5 m : Marne à rognons calcaires;
- 84,5-86 m : Calcaire tendre;
- 86 -88 m : Calcaire compact.

Il est probable que le calcaire du fond, que je n'ai pas eu l'occasion de voir, soit le niveau à *Togocyamus seefriedi*. Dans cette hypothèse, le pendage entre ce puits et le sondage de Sanguéra, c'est-à-dire suivant une direction NE-SW, est de l'ordre de 5 millièmes.

f) Région de Bogamé (ou Kpogamé)

Cette région a également donné lieu à une prospection serrée pour la recherche du phosphate, mais je n'en connais pas les résultats détaillés. On retrouve dans cette région un schéma stratigraphique analogue à celui de la région d'Akoumapé. On peut y voir notamment un faciès marneux phosphaté, très léger, à microfaune très abondante parmi laquelle on distingue *Planulina* sp. 1256, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1, *Bolivina* sp. 1256.

La couche 1 de phosphate fin se prolonge également dans cette région.

g) Sondage d'Agouévé

Ce sondage intéresse surtout le Continental terminal qui a ici 78 m d'épaisseur. Il est situé au Sud d'Agouévé, à la station de pompage de Kakaveli qui alimente Lomé en eau. L'altitude est d'environ 35 m à cet endroit.

Dans un but de reconnaissance, ce sondage a été prolongé de 23 m sous le Continental terminal :

- 78- 79 m : Marne sableuse gris verdâtre;
- 79- 81 m : Calcaire gris;
- 81- 85 m : Marne sableuse grise;
- 85- 91 m : Marne et argile grises;
- 91- 94 m : Calcaire gris;
- 94-101,6 m : Marne et argile grises.

J'avais relevé cette coupe au cours d'un passage rapide au Togo en 1952. Par la suite, les échantillons, mal conservés, sont devenus inutilisables et n'ont pu être étudiés, de sorte que les niveaux ci-dessus ne peuvent être situés dans la série stratigraphique.

En résumé, les renseignements acquis sur cette région sont assez sommaires. Ils montrent tout de même l'existence d'un Maestrichtien dans lequel les faciès sableux habituels de la base n'ont pas été observés. Le Paléocène est caractérisé par un calcaire très zoogène (et aquifère) dans lequel on trouve *Togocyamus seefriedi* comme dans le reste du bassin. Dans la région de Bogamé, près du lac Togo, le Lutétien est présent, avec ses niveaux phosphatés.

Le Continental terminal est largement développé et recouvre presque complètement toute cette région.

10. — Corrélations entre les régions venant d'être étudiées

L'étude des 9 régions précédentes laisse apparaître dans le bassin un certain nombre de niveaux repères, permet d'examiner le problème des divisions stratigraphiques et de suivre les variations latérales des divers niveaux.

a) Niveaux repères

Au Crétacé supérieur, le principal niveau repère est fourni par la microfaune de la partie supérieure avec le constant *Cibicides n. sp.* (à bouton), qu'accompagnent souvent *Rugoglobigérina macrocéphala*, *Lamarckina sp.* (N'Zida 60 m), *Gavellinella sp.*. Toutefois, *Cibicides n. sp.* seul, ne constitue un niveau repère que lorsqu'il est assez abondant, car quelques exemplaires de ce Foraminifère ont été rencontrés à des niveaux supérieurs.

Au Paléocène, le niveau à *Togocyamus seefriedi* est constant et son extension verticale est très limitée. Parmi les sondages traversant le Paléocène, ceux de Séhoué et d'Atitogon sont les seuls à ne pas m'avoir permis de trouver ce petit Oursin. Dans les autres sondages, il est souvent abondant, et sa petite taille lui permet de remonter intact et dégagé dans les cuttings.

Au-dessus du calcaire à *Togocyamus seefriedi*, se place une marne souvent glauconieuse à microfaune assez abondante caractérisée par *Haplophragmoides excavata* (ou cf. *excavata*) associé à quelques *Globorotalia* paléocènes et de nombreux *Robulus* (*R. midwayensis*, *R. pseudomamilligerus*); on trouve également parfois *Fronicularia phosphatica*.

Ce dernier niveau marque la base d'une formation argilo-marneuse très constante de 100 à 150 m d'épaisseur, souvent finement feuilletée, dont la phase argileuse est caractérisée par la présence fréquente d'attapulгите, en particulier dans la moitié inférieure et vers le haut.

Les deux tiers inférieurs, environ, ont une microfaune paléocène caractéristique à *Globorotalia*: *G. crassata aequa*, *G. velascoensis*, *G. acuta*. C'est la « zone à *Globorotalia* ». Mais *G. cf. wilcoxensis*, *G. crassata*, que l'on trouve également parfois dans cette zone, n'en sont pas caractéristiques.

Vers la partie supérieure de cette zone à *Globorotalia*, mais encore à l'intérieur, apparaît localement un niveau à Nummulites cordelées: *N. (Operculinoïdes) sahnii*, *N. (Operculinoïdes) savitriai*, *N. (Operculinoïdes) bermudezi*, *N. (Operculinoïdes) catenula*.

Au-dessus, la microfaune est rare et peu significative, et le premier meilleur repère est la limite supérieure des faciès feuilletés à attapulгите que l'on localise généralement bien dans les cuttings. Dans une bonne partie du bassin, cette limite supérieure est soulignée par un petit conglomérat phosphaté à aspect de nougat; mais les sondages le décèlent mal.

Immédiatement au-dessus, on trouve partout, sauf peut-être dans la région de Pobé où je ne l'ai pas vue, une formation caractéristique à craie et marne plus ou moins phosphatées de faible densité et très riches en microfaune. Le faciès seul est déjà très caractéristique; la microfaune permet, de plus, de distinguer deux zones repères principales : une zone inférieure dans laquelle *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1, souvent associé à *Robulus midwayensis*, est très abondant et possède une forme globuleuse assez particulière, et une zone un peu plus élevée dans laquelle *Planulina* sp. 1256 est abondant.

On peut remarquer que *Planulina* sp. 1256 a été également trouvé à d'autres niveaux. Le plus souvent, il s'agissait nettement de retombées, sauf cependant dans la carotte prise vers 100 m à Afagnagan. Aussi importe-t-il de préciser que le niveau repère à *Planulina* sp. 1256 est caractérisé d'une part, par la présence abondante de ce Foraminifère, d'autre part, par le faciès de la roche.

Hopkinsina sp. 2 paraît avoir, jusqu'à présent, une extension verticale plus certainement limitée et forme un niveau repère partiellement confondu avec le précédent. Mais ce Foraminifère est généralement moins abondant et son test fragile est souvent brisé par les lavages.

Enfin, les niveaux connus les plus élevés de l'Eocène marin montrent tous une zone à *Nonion* cf. *acutidorsatum*, dans laquelle on rencontre également souvent *Buntonia subtriangularis*; mais cet Ostracode a été aussi rencontré à d'autres niveaux.

b) Etablissement des divisions stratigraphiques

Le bassin a surtout été étudié par sondages et les divisions stratigraphiques ont d'abord été établies uniquement en fonction des indications déduites de la microfaune. Mais par la suite, il est apparu que la macrofaune fournissait des indications contradictoires, notamment en ce qui concerne la limite supérieure du Paléocène. Le problème des divisions stratigraphiques a donc été repris comme exposé ci-dessous.

Crétacé supérieur

Le Crétacé supérieur est généralement caractérisé par *Cibicides* n. sp. (à bouton), dont l'âge est donné par son association fréquente avec *Rugoglobigerina macrocephala* que les auteurs s'accordent à considérer comme caractéristique du Campanien-Maestrichtien.

Dans le puits J, au Sud d'Odo Méta, *Cibicides* n. sp. est encore associé à *Roudaireia drui* MUNIER CHALMAS du Sénonien d'Afrique, Maestrichtien de Nigeria, Campanien du Cameroun, Sénonien du Gabon, Coniacien-Campanien du Moyen-Congo, Sénonien du Bas-Congo et d'Angola.

Dans la région de H'lagba Dénou, dans le puits r, *Roudaireia drui* est lui-même associé à *Lucina dachelensis* WANNER du Crétacé supérieur de Lybie et de Tripolitaine, à *Aphrodina euglypha* WOODS du Crétacé supérieur du Pondoland, et à *Sphénodiscus* sp. et *Desmophyllites* sp., deux Ammonites du Sénonien supérieur.

Donc microfaune et macrofaune s'accordent pour indiquer le Crétacé supérieur. Et comme cette formation fossilifère à Ammonites, située dans une série continue, marque la fin des niveaux à faune crétacée, on en déduit un âge maestrichtien.

Couches de passage du Crétacé au Tertiaire

Au-dessus des niveaux maestrichtiens, se situe une formation argilo-marneuse, plus ou moins sableuse, ou gréso-calcaire qui ne dépasse pas trente mètres d'épaisseur, sauf, semble-t-il, dans le NE du bassin. La microfaune qu'elle contient et assez riche en Ostracodes, et paraît être peu caractéristique.

Parmi les Ostracodes, *Buntonia alabamensis* existe aussi bien à la partie supérieure du

Maestrichtien que dans l'Eocène moyen, *Buntonia seminuda* a été retrouvé dans l'Eocène inférieur à moyen, *Buntonia israeli* var. *morsei*, *Buntonia* aff. *howei*, *Cythereis* aff. *cancellosa* n'ont encore été trouvés que dans cette zone (dans le bassin). Les autres Ostracodes n'ont pas été déterminés spécifiquement.

Parmi les Foraminifères, *Globigerina soldadoensis* et *Cibicides* aff. *simplex* ont été retrouvés à l'Eocène moyen, *Anomalina grosserugosa*, *Discorbis newmanae*, *Cibicides* aff. *newmanae*, *Cibicides* sp., *Robulus* sp., *Guttulina* sp., *Ammobaculites* sp., *Haplophragmoïdes* sp., *Eponides elevatus* var., ne sont encore signalés qu'à ce niveau dans le bassin.

En ce qui concerne la macrofaune, seuls des fragments d'huîtres, déterminés par le C. E. D. P. comme *Ostrea friryi* MEUNIER (du Lutétien du Sénégal et du Maroc), ont pu être recueillis dans le sondage d'Illémon à 82 m. Mais à la partie supérieure cette formation passe progressivement au calcaire zoogène paléocène caractérisé notamment par *Togocyamus seefriedi* OPPENHEIM.

Ainsi, ces couches à faune peu caractéristique surmontent le Maestrichtien, mais ne comportent plus de formes typiquement crétacées; elles passent progressivement en haut à un niveau bien paléocène. Quel nom d'étage leur attribuer ?

- Le Danien, étage souvent controversé, peut être défini comme dernier étage du Secondaire, à faune encore crétacée, mais déjà sans Ammonites ni Bellemnites.
- Le Dano-Montien contient à la fois une faune crétacée et une faune éocène.
- La « zone à Globigérines » des géologues pétroliers rassemble les niveaux séparant le Maestrichtien à *Rugoglobigerina* du Paléocène à *Globorotalia*.

Aucune de ces trois définitions ne paraît convenir aux couches étudiées ici car elles ne renferment pas de faune crétacée, et il est difficile d'employer le terme de « zone à Globigérines » alors que ces Foraminifères ne jouent ici aucun rôle particulier.

Mais comme ces couches sont couronnées par un calcaire paléocène bien daté, je préfère les rattacher aux niveaux de base du Tertiaire, c'est-à-dire au Paléocène, pris ici dans le sens Montien-Thanétien. Et comme le calcaire zoogène paléocène est encore surmonté par un autre ensemble paléocène bien caractérisé par ses *Globorotalia*, j'appellerai Paléocène inférieur l'ensemble des formations surmontant le Maestrichtien et comprenant au sommet le calcaire à *Togocyamus seefriedi*, et Paléocène supérieur la zone à *Globorotalia*.

A l'appui du raisonnement précédent, on peut remarquer que d'après REYMENT (1956), au Nigeria, le Maestrichtien passe au Paléocène sans intervention de Danien. Cet auteur pense même : « Hand in hand with our increasing knowledge of African stratigraphy, it is becoming apparent that the nature of the boundary between the Cretaceous and the Tertiary is not the same as that in Northern Europe » et cite TROMP (1949) pour qui l'étage danien n'a été individualisé qu'à cause des difficultés rencontrées pour fixer paléontologiquement la limite Crétacé-Tertiaire; il cite également COLLIGNON (1951) pour qui le Danien peut être faciès du Maestrichtien, et TESSIER (1952) : « les données qui permettent de définir le Danien mondial, quelle que soit la région où on se place, sont généralement imprécises ».

Paléocène supérieur à Globorotalia

Les niveaux marneux, souvent glauconieux, qui surmontent immédiatement le calcaire zoogène paléocène, marquent l'apparition des *Globorotalia* dont les espèces principales sont :

Globorotalia crassata var. *aequa* CUSHMAN et RENZ;

Globorotalia acuta TOULMIN;

Globorotalia velascoensis CUSHMAN.

En Amérique du Nord, à Trinidad, ces formes caractérisent le Paléocène. Il en est de même au Maroc et au Sénégal (1). *G. crassata aequa* est également signalé dans le Paléocène de Nigeria.

(1) Renseignement fourni par la Société Africaine des Pétroles.

Ces trois espèces principales sont accompagnées du peu caractéristique *Globorotalia* cf. *wilcoxensis* que l'on trouve sur presque toute la hauteur de la série marine.

Tout à fait à la base de cette zone à *Globorotalia* se situe un niveau à *Haplophragmoïdes excavata* CUSH. et WATERS qui, aux U.S.A., au Canada, au Mexique, à Trinidad, est décrit dans le Crétacé supérieur. Il en est de même au Sénégal (1). Par contre, au Dahomey, si ce Foraminifère se rencontre également parfois au Maestrichtien, il est beaucoup plus fréquent au Paléocène, mais uniquement à la base de la zone à *Globorotalia*.

Vers la partie supérieure de la zone à *Globorotalia*, les régions de Toffo et de Pobé montrent un niveau à *Nummulites* cordelées qui comprend :

Ranikothalia sahnii DAVIES, *R. savitriæ* DAVIES, *Operculinoïdes catenula* CUSHMAN et JARVIS, *O. bermudezi* PALMER.

Pour L. M. DAVIES, ou Marie de CIZANCOURT et J. CUVILLIER, ces *Nummulites* sont paléocènes (aux Indes, au Vénézuéla, au Sénégal). DAVIES pense même à la partie supérieure du Paléocène (Sparnacien). Par contre, R. ABRARD et A. GORODISKI (1955) préfèrent pour le Sénégal un âge yprésien.

Au Dahomey, la région de Toffo montre que ces *Nummulites* appartiennent à la partie supérieure du Paléocène, ce qui confirme l'opinion de DAVIES.

La macrofaune, assez rare dans la zone à *Globorotalia*, donne tout de même un certain nombre d'indications :

— A Kpomé, soit à la base de la zone à *Globorotalia*, on trouve :

Glycymeris cf. *polymorphus* DESHAYES, de l'Eocène inférieur du bassin de Paris;

Crassatella cf. *plumbea* CHEMNITZ, de l'Eocène du bassin de Paris;

Trachycardium halaense d'ARCHIAC et HAIME, de l'Yprésien-Lutétien d'Egypte et du Sénégal, de l'Eocène du Soudan et de Cyrénaïque, du Paléocène du Togo;

Hercoglossa sp. cf. *diderrichi* VINCENT paléocène.

— A Doukonta et Dagbati, soit, probablement vers la partie supérieure de la zone à *Globorotalia* (hypothèse à contrôler) :

Glycymeris subtogoensis FURON, du Paléocène du Togo;

Plicatula landanensis VINCENT du Paléocène du Bas-Congo;

Cardita cf. *landanensis* VINCENT du Paléocène du Bas-Congo; cf. *Cyprina transversa* d'ARCHIAC, de l'Yprésien du Sénégal;

Meretrix cf. *gruneri* OPPENHEIM, du Paléocène du Togo et du Sénégal;

Cardium cf. *mamillatum* FURON, du Paléocène du Togo;

Callista proxima DESHAYES, du Thanétien-Cuisien du bassin de Paris, du Paléocène du Togo et du Sénégal.

La macrofaune ne s'oppose donc pas à l'attribution d'âge Paléocène supérieur à la zone à *Globorotalia*.

Yprésien

Au-dessus de la zone à *Globorotalia* se situe un nouvel ensemble qui a une quarantaine de mètres d'épaisseur dans la région de Bopa. Les seuls *Globorotalia* que l'on y trouve sont :

Globorotalia cf. *wilcoxensis*, peu caractéristique, et *Globorotalia crassata* CUSHMAN, de l'Eocène de Trinidad, de l'Eocène inférieur et moyen de Cuba et du Mexique, de l'Eocène moyen du Sénégal.

Dans la partie inférieure, la microfaune est très pauvre, et il n'a pu être trouvé que quelques formes arénacées indéterminables. Vers le haut, elle apparaît plus nettement. On peut la fractionner en deux lots :

(1) Renseignement fourni par la Société Africaine des Pétroles.

— Un premier lot comprend des formes déjà rencontrées au Paléocène :

Globigerina aff. *pseudobulloïdes*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1, *Planulina* sp. 4, *Robulus midwayensis*, *Leguminocythereis arachnoïdes* BERRY, *Leguminocythereis suttoni* STEPH., *Buntonia alabamensis* STEPH., *Cytherideis* sp., *Cytheretta costellata*.

— Un second lot comprend des formes que l'on trouve également à l'Eocène moyen. Ce lot inclut d'ailleurs la plupart des espèces du lot précédent, sauf *Planulina* sp. 4, et :

Valvulineria cf. *texana*, *Planulina* sp. 1256, *Hopkinsina* sp. 2, *Leguminocythereis applinorum* SWAIN, *Trachyleberis pidgeoni* BERRY.

Mais ces espèces ont été déterminées en cuttings, et il est possible qu'une part d'entre elles proviennent de retombées, d'autant plus que les premiers niveaux de l'Eocène moyen sont très riches en microfaune.

Les indications données par la microfaune semblent être insuffisantes pour une détermination d'étage. La macrofaune ne fournit également que peu d'informations :

— Le calcaire de Bapodji, situé immédiatement au-dessus de la zone à *Globorotalia* montre :

Callista (*Microcallista*) *gruneri* OPPENHEIM, du Paléocène du Togo et du Sénégal;

Cardita (*Baluchicardia*) cf. *viquesneli* d'ARCHIAC et HAIME, de l'Eocène moyen et supérieur de l'Inde et de l'Égypte, du Lutétien du Sénégal.

— Le calcaire de Toffo, situé à un niveau plus élevé :

Cardita (*Baluchicardia*) cf. *viquesneli* d'ARCHIAC et HAIME, *Venericardia* cf. *koerti* OPPENHEIM, du Paléocène du Togo.

En fait, l'Yprésien est, pour le moment au moins, surtout défini par sa position entre le Paléocène et le Lutétien.

Lutétien

La nouvelle formation qui succède à l'ensemble précédent rattaché au Paléocène et à l'Yprésien, est marquée à la base par le changement de faciès net qui accompagne la disparition brusque des argiles et marnes finement feuilletées à attapulgate.

À la base, les faciès phosphatés sont fréquents et la microfaune est très abondante avec : *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 (LYS), *Planulina* sp. 1256, *Bolivina* sp. 1256, *Uvigerina* sp., *Hopkinsina* sp. 2, *Robulus midwayensis*, *Globigerina pseudobulloïdes*, *Leguminocythereis applinorum* SWAIN. On ne peut en tirer une indication d'étage.

Par contre, la macrofaune est plus caractéristique, en particulier les dents de Poissons qui comprennent :

Odontaspis koerti STROMER, de l'Eocène du Congo belge, du Lutétien de Nigeria, de Belgique, du Lutétien supérieur du Sénégal, de l'Eocène moyen du Maroc.

Odontaspis vincenti WOODW., de l'Yprésien-Lutétien du Maroc, de l'Eocène supérieur d'Égypte, de l'Yprésien-Bartonien du bassin anglo-franco-belge;

Lamna gafsana WHITE, de l'Eocène moyen d'Égypte, de l'Eocène inférieur de Tunisie;

Myliobatis toliapicus AGASSIZ, de l'Eocène d'Europe, du Lutétien du Sénégal;

Galeocерdo latidens AGASSIZ, de l'Eocène moyen et supérieur du bassin anglo-franco-belge, de l'Eocène moyen du Maroc, de l'Eocène supérieur du Mokattam (Égypte), du Lutétien supérieur de Nigeria, du Lutétien supérieur du Sénégal.

Hypoprión overricus WHITE, de l'Yprésien-Lutétien;

Ginglymostoma blankenhorni STROMER, de l'Eocène moyen d'Égypte, de l'Eocène de Tunisie, du Thanétien-Lutétien du Maroc.

L'étage lutétien peut donc être raisonnablement déduit de cette faune.

Les Lamellibranches trouvés sensiblement au même niveau sont peu nombreux :

Venericardia kanelensis TESSIER, du Lutétien du Sénégal;

Callista (Microcallista) proxima DESHAYES, de l'Eocène inférieur du Maroc, du Paléocène du Togo et du Sénégal;

Meretrix cf. arnaudi TESSIER, de l'Yprésien-Lutétien du Sénégal.

Ils ne semblent pas s'opposer à l'attribution du Lutétien.

Plus haut dans la série, le Lutétien se confirme. On continue à trouver parmi les dents de Poissons des niveaux phosphatés, des espèces comme : *Odontaspis koerti* STROMER, *Galeocерdo latidens* AGASSIZ, et apparaît le genre *Aprionodon*, typique du Lutétien, avec, en particulier, *Aprionodon marçaisi* ARAMBOURG, du Lutétien du Maroc.

Les Lamellibranches sont plus abondants :

Raeta (Labiosa) schweinfurthi MAYER EYMAR, de l'Eocène supérieur d'Egypte et de Nigeria, de l'Eocène d'Angola, de l'Yprésien-Lutétien du Sénégal;

Cardita (Cosmanella) cf. fajumensis OPPENHEIM, du Bartonien inférieur d'Egypte;

Cardita (Cosmanella) aff. camerounensis OPPENHEIM de l'Eocène du Cameroun;

Meretrix cf. arnaudi TESSIER;

Arca (Fossularca) paralactea OPPENHEIM, de l'Eocène du Cameroun;

Carolia placunoïdes CANTRAINE, de l'Eocène moyen et supérieur d'Egypte, de l'Yprésien Lutétien du Sénégal, du Lutétien supérieur du Maroc et de l'Algérie, du Lutétien de Tunisie;

Ostrea multicostata DESHAYES, de l'Yprésien-Lutétien du Sénégal, du Maroc, d'Egypte et de Tunisie, de l'Upper Ranikot de l'Inde;

Ostrea cayorensis GORODISKI, du Lutétien du Sénégal, de l'Yprésien-Lutétien du Maroc;

Ostrea elegans

Plicatula polymorpha BELLARDI, du Lutétien-Bartonien d'Egypte, de l'Eocène supérieur de Nigeria, du Lutétien supérieur du Sénégal;

Lucina (Lucina) innesi CUVILLIER, du Lutétien supérieur d'Egypte.

Les deux dernières espèces pourraient même indiquer le Lutétien supérieur. Elles ont d'ailleurs été trouvées à Bopa, à plus de 120 m de la base du Lutétien.

Sensiblement à ce niveau, la microfaune est caractérisé par l'apparition de *Nonion cf. acutidorsatum* que l'on continue à trouver dans les niveaux supérieurs connus de la série. Ce même Foraminifère a été déterminé par Lys dans le sondage de Ziguinchor, en Casamance, à la partie supérieure du Lutétien semble-t-il.

En résumé, la faune de la série marine du bassin permet de distinguer :

- Un Maestrichtien dont la limite supérieure est marquée par la disparition de *Rugoglobigerina macrocephala*;
- Un Paléocène inférieur qui se termine avec le calcaire zoogène à *Togocyamus seefriedi*;
- Un Paléocène supérieur à *Globorotalia*;
- Un Yprésien compris entre le Paléocène à *Globorotalia* et la limite supérieure des faciès à attapulгите;
- Un Lutétien qui commence par les faciès phosphatés qui surmontent immédiatement les argiles à attapulгите, et peut être probablement divisé en Lutétien inférieur et Lutétien supérieur.

c) Evolution latérale des différents niveaux

Les différentes coupes structurales étudiées ont fait ressortir un certain nombre de variations latérales dans l'épaisseur et le faciès des diverses formations.

Variations N-S ou NW-SE

Il s'agit de variations liées à l'éloignement de la bordure du bassin. On peut ranger dans cette catégorie :

— L'augmentation importante de la formation sableuse maestrichtienne entre Dénou et Bopa. Cet épaississement est d'ailleurs dû en bonne part, à l'adjonction à la base, de niveaux supplémentaires plus anciens.

— L'apparition de niveaux particuliers à partir d'une certaine distance de la limite du bassin seulement : argiles à faciès noirs ou gris foncé, niveaux charbonneux (lignite) qui apparaissent à Odo Méta, Dénou, Locogba, et se développent vers le Sud.

— L'augmentation générale d'épaisseur des séries marines du fait de la subsidence : le Paléocène supérieur et l'Yprésien à attapulgitite dont l'épaisseur, voisine de 100 m à Toffo ou à Pobé, atteint 150 m à Hétin sotta; les formations marno-phosphatées de la base du Lutétien qui ont 10 m d'épaisseur à Toffo et atteignent une quarantaine de mètres à Hétin sotta.

— Les changements de faciès à la partie supérieure du Crétacé et au Paléocène inférieur dans lesquels, à partir d'une certaine distance de la bordure du bassin, des formations argileuses deviennent marneuses avec intercalation de lits calcaires plus ou moins gréseux.

Variations Est-Ouest

Les sondages et les puits du Togo montrent, par rapport au Dahomey :

— Une diminution de l'importance du Maestrichtien sableux qui semble même disparaître tout à fait à l'Ouest.

— L'amincissement ou l'absence d'une bonne partie du Lutétien dans la région d'Akou-mapé à cause d'une sédimentation discontinue.

11. — Récapitulation

Les études et remarques faites au cours des pages précédentes permettent maintenant de faire un groupement synthétique des caractères principaux de chaque étage.

a) *Maestrichtien*

L'épaisseur maximum connue de cet étage est de 340 m dans le sondage de Bopa. On peut y distinguer trois zones :

— La moitié inférieure est une formation essentiellement sableuse, coupée de niveaux sablo-argileux ou argileux d'autant plus importants que l'on s'éloigne de la bordure du bassin.

— Les faciès sableux persistent ensuite, mais les niveaux argileux prennent de l'importance : argile noire pyriteuse plus ou moins sableuse, argile grise micacée et pyriteuse. Des lits ligniteux s'intercalent dans ces argiles et parfois également dans les niveaux sableux.

— La troisième zone est encore souvent sableuse, mais on remarque surtout l'apparition de faciès marneux, marno-sableux, calcaires, grésocalcaires.

L'importance des différents faciès est variable. Dans les sondages proches de la bordure du bassin, à Odo Méta, Zogbodomey, Dénou, Tabligbo, l'argile est le faciès nettement le plus important de cette troisième zone. Lorsque l'on s'éloigne de la bordure, on constate un enrichissement en carbonates (marnes, calcaires), mais aussi en sédiments détritiques (sables et grès). en carbonates (marnes, calcaires), mais aussi en sédiments détritiques (sables et grès).

Toute la faune a été recueillie dans la zone supérieure :

— Lamellibranches : *Malletia* (Neilo) n. sp., *Lucina dachelensis* WANNER, *Aphrodina* (*Mesocallista*) *euglypha* WOODS, *Roudaireia drui* MUNIER-CHALMAS, *Liopista* sp., *Cras-satella* (*Anthonya*) sp., *Cuspidaria* ou *Corbula* sp.

— Céphalopodes : *Sphénodiscus* sp., *Desmophyllites* sp.

— Foraminifères : *Rugoglobigerina macrocephala*, *Cibicides* n. sp., *Lamarckina* sp., *Gavellinella* sp., *Gumbelina plummerae*, *Gumbelina globulosa*, *Gumbelina striata*, *Plummerella hantkeninoïdes postata*, *Plummerella hantkeninoïdes hantkeninoïdes*, *Globigerina cretacea*, *Locosteiina* sp., *Textularia*, *Nonion* sp., *Haplophragmoïdes* sp., *Haplophragmoïdes excavata*, *Epistomia* sp.

- Ostracodes : *Clithrocytheridea*, *Doloccytheridea*, *Paracypris* sp., *Leguminocytheridea*, *Cytheropteron*, *Buntonia* sp., *Cytherella* sp., *Bairdia* sp., *Leguminocythereis* sp., *Leguminocythereis reidii*, *Cytheretta costellata*, *Trachyleberis* sp., *Eocytheropteron* sp., *Buntonia alabamensis*.

b) Paléocène inférieur

L'épaisseur connue de ce sous-étage ne dépasse pas trente mètres en général, sauf semble-t-il, dans la région de Pobé. La partie supérieure est caractérisée par un calcaire zoogène très constant dans le bassin, dont l'épaisseur varie de 5 à 22 m (près de l'affleurement, ce calcaire se fractionne en niveaux peu épais séparés par des niveaux sableux ou argileux). Mais en-dessous, les faciès sont variables. Ils peuvent être uniquement argileux comme à Ouinhi, ou marneux avec quelques passées de calcaire comme à Issaba, Igana, Illémon et Atitogon, ou marneux et sableux comme à Bopa, Afagnagan, Kpénou et Bapodji, ou marneux, sableux et grésocalcaires comme à Séhoué et Sanguéra.

La macrofaune a été essentiellement recueillie dans le calcaire zoogène de la partie supérieure; elle a été citée à propos du puits de Togblécové (p. 127); on peut cependant la compléter par :

- Lamellibranches: cf. *Diplodonta adangmarum* COX, cf. *Diplodonta subhoudaisi* TEISSIER, *Ostrea* sp., *Ostrea friryi* MEUNIER.
- Gastéropodes : *Calyptraea aperta* SOL., *Cerithium* sp., *Turris* sp., *Rostellaria* sp.
- Poissons : *Pycnodus variabilis* var. *togoensis* STROMER, *Myliobatis dixonii* AG., *Myliobatis* sp., *Hypolophites myliobatoides* STROMER, *Odontaspis macrota* AG., *Ginglymostoma* sp.

Rappelons que ce calcaire contient *Togocyamus seefriedi* OPP.

La microfaune recueillie est la suivante :

- Foraminifères : *Discorbis* cf. *newmanae*, *Haplophragmoïdes* sp., *Anomalina grosserugosa*, *Globigerina soldadoensis*, *Cibicides* sp., *Cibicides* n. sp. (rare), *Cibicides* aff. *simplex*, *Cibicides* aff. *newmanae*, *Robulus* sp., *Guttulina* sp., *Ammobaculites* sp., *Anomalinoïdes*, *Eponides elevatus* var., *Gavellinella* sp.
- Ostracodes : *Cythereis* aff. *cancellosa*, *Buntonia alabamensis*, *Buntonia subtriangularis*, *Buntonia seminuda*, *Buntonia shubutaensis*, *Buntonia israeli* var. *morsei*, *Buntonia* aff. *howei*, *Leguminocythereis* sp., *Cytherella* sp., *Basslerites* sp., *Monoceratina* sp., *Paracypris* sp., *Cytherura* sp.

c) Paléocène supérieur

L'épaisseur maximum connue de ce sous-étage atteint presque 100 m, à Hétin sotta. Le faciès est beaucoup plus homogène que dans les formations sous-jacentes. Il commence généralement par un petit niveau glauconieux phosphaté de quelques dizaines de cm d'épaisseur, puis se poursuit par une série argilo-marneuse finement feuilletée caractérisée par la présence d'attapulgitite. La partie supérieure toutefois, est peu feuilletée et ne contient plus d'attapulgitite.

La faune recueillie dans ce sous-étage est la suivante :

- Lamellibranches : *Glycymeris subtogoensis* FURON, *Plicatula landanensis* VINCENT, *Cardita* (*Venericardia*) cf. *landanensis* VINCENT, cf. *Cyprina transversa* d'ARCHIAC, *Meretrix gruneri* OPPENHEIM, *Cardium* cf. *mamillatum* FURON, *Callista* (*Microcallista*) *proxima* DESHAYES, *Glycymeris* cf. *polymorphus* DESHAYES, *Crassatella* cf. *plumbea* CHEMNITZ, *Trachycardium halaense* d'ARCHIAC et HAIME.
- Gastéropodes : *Turritella* (*Haustator*) *doukantensis* BREBION;
- Céphalopodes : *Hercoglossa* sp. cf. *diderrichi* VINCENT;

- Foraminifères : *Operculina* (*Nummulitoides*) *Tessieri* ABRARD, *Nummulites* (*Ranikothalia*) *nuttali* DAVIES, N. (*Ranikothalia*) *sahnii* DAVIES, N. (*Ranikothalia*) *savitriae* DAVIES, N. (*Operculinoïdes*) *catenula* CUSH. et JARVIS, N. (*Operculinoïdes*) *bermudezi* PALMER;

Globorotalia crassata var. *aequa* CUSH. et RENZ, *Globorotalia acuta* TOULMIN, *Globorotalia velascoensis* CUSH., *G. crassata*, *G. crassata* var. *densa*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Globorotalia* cf. *spinulosa*, *G. aff. nicoli*, *Discorbis* sp. 2, *Planulina* sp. 4, *Loxostoma* sp. 1, *Robulus midwayensis*, *Robulus degolyeri*, *R. pseudomanilligerus*, *Cancris cocoaensis*, *Eponides elevatus*, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea*, *Haplophragmoïdes excavata*, *Gavellinella* sp., *Fronicularia phosphatica*, *Gumbelina* sp., *Anomalina midwayensis*, *Haplophragmoïdes* sp., *Globigerina triloculinoïdes*, *Spiroplectamina* sp., *Lenticulina rotulata*.

- Ostracodes : *Leguminocythereis arachoides*, *Leguminocythereis suttoni*, *Buntonia shubutaensis*, *Buntonia israeli* var. *morsei*, *Bairdia* sp., *Cytherella* sp., *Trachyleberis splendens*.

d) Yprésien

L'épaisseur maximum connue de cet étage est d'environ 45 m. On peut y distinguer deux zones :

— A la base, une formation argileuse peu feuilletée, sans attapulгите, très pauvre en faune.

— Au-dessus, une formation argilo-marneuse feuilletée à attapulгите, souvent précédée d'un petit niveau glauconieux. Cette formation est coupée de plusieurs niveaux calcaires souvent phosphatés ou glauconieux.

La faune recueillie dans cet étage est la suivante :

- Lamellibranches : *Cardita* (*Baluchicardia*) cf. *viquesneli* d'ARCHIAC et HAIME, *Callista* (*Microcallista*) *gruneri* OPPENHEIM, *Venericardia* cf. *koerti* OPP., *Meretrix* sp., *Venericardia* sp.
- Foraminifères : *Globigerina* aff. *pseudobulloides*, *Globorotalia crassata*, *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 LYS, *Planulina* sp. 4, *Robulus midwayensis*, *Valvulineria* cf. *texana*, *Planulina* sp. 1256, *Hopkinsina* sp. 2 (?), *Haplophragmoïdes* sp.
- Ostracodes : *Clithrocytheridea* sp., *Brachythere* sp., *Cytherella* sp., *Paracypris* sp., *Leguminocythereis arachoides*, *L. applinorum*, *L. suttoni*, *L. cf. scarabéus*, *Buntonia alabamensis*, *B. seminuda*, *B. shubutaensis*, *Cytherideis* sp., *Cytheretta costellata*, *Trachythere marylandica*.

e) Lutétien

L'épaisseur de cet étage est très variable : une dizaine de mètres dans la région d'Akoumapé, une trentaine de mètres à Lokossa, 120 m à Bopa, 170 m à Atitogon, Possotomé, Hétin sotta. Dans ces trois derniers sondages, les niveaux supérieurs n'ont pu être datés et pourraient appartenir déjà à l'Eocène supérieur.

La limite Yprésien-Lutétien est marquée par un niveau de calcaire, d'épaisseur généralement inférieure à 1 m, contenant un conglomérat de coprolithes à aspect de nougat, de 10 à 20 cm d'épaisseur, souvent suivi d'un niveau de phosphate fin à peine plus épais.

A ce niveau succède une formation peu dense, à microfaune très abondante, phosphatée, crayeuse à la base, marneuse ensuite. La richesse en microfaune, la minéralisation en phosphate diminuent de bas en haut tandis que la densité augmente. Cette formation a une épaisseur variant de zéro à quelques mètres près d'Akoumapé-Dagbati, atteint 8 m à Lokossa, environ

10 m à Toffo, 25 à 30 m à Bopa, une quarantaine de mètres à Possotomé, environ 45 m à Hétin sotta.

Vient ensuite une formation argilo-marneuse gris clair ou verte près de l'affleurement, gris foncé et noire plus bas. Dans les puits, elle montre de nombreux et fins lits gypseux; on ne les remarque pas dans les sondages. Cette formation a encore une épaisseur variable; dans la région d'Akoumapé, elle est absente ou très réduite, se développe vers l'Est, atteignant une quinzaine de mètres à Lokossa, 75 à 80 m à Bopa. Elle est coupée de rares petits niveaux calcaires sauf à Atitogon où se développe un calcaire à Nummulites important. Elle est généralement peu phosphatée, sauf à Possotomé où les nodules de phosphate sont fréquents dans les cuttings.

Cette dernière formation est suivie par la couche 1 de phosphate de la région d'Akoumapé, que l'on retrouve avec une épaisseur réduite à Lokossa, avec une tendance à se fractionner en petits niveaux irréguliers intercalés dans un ensemble argilo-marneux. Cette tendance se confirme vers l'Est où la minéralisation devient de plus en plus diffuse d'abord (Bopa, rive gauche du Couffo), puis disparaît.

La partie supérieure des sondages de Possotomé et d'Hétin sotta est surtout marneuse avec quelques niveaux calcaires et des passées phosphatées.

La faune peut être fractionnée en trois parts :

Faune de la partie inférieure :

- Lamellibranches : *Venericardia kanelensis* TESSIER, *Callista* (*Microcallista*) *proxima* DESHAYES, *Meretrix* cf. *arnaudi* TESSIER.
- Poissons : *Odontaspis koerti* STORMER, *Myliobatis toliapicus* AG., *Galeorhinus falconeri* WHITE, *Galeacerdo latidens* AG., *Hypoprion overricus* WHITE, *Ginglymostoma blanchenhorni* STR.
- Foraminifères : *Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 LYS, *Eponides* sp. 564, *Eponides* sp. *Bolivina* sp. 1256, *Planulina* sp. 1256, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *Uvigerina* sp., *Hopkinsina* sp. 2, *Valvulineria* cf. *texana*, *Robulus midwayensis*, *Globigerina pseudobulloïdes*.
- Ostracodes : *Leguminocythereis applinorum* SWAIN, *L. rectangulapora*, *Trachyleberis pidgeoni*, *Cytherideis* sp.

Faune de la partie moyenne :

- Lamellibranches : *Ostrea multicostata* DESHAYES, *Cavilucina* (*Pegophysema*) *pharaonum* BELLARDI, *Carolia placunoïdes* CANTRAINE, *Psammobia* (?) sp., *Arca* cf. *nimula*.
- Poissons : *Odontaspis koerti* STROMER.
- Foraminifères; *Robulus degolyeri*, *Cancris* cf. *cocoaensis*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis*, *G. aff. crassata densa*, *Globigerina aff. pseudobulloïdes*, *Hopkinsina* sp., *Cibicides* sp. 6, *Cibicides simplex*, *Bolivina* sp. 1256. *Eponides elevatus* var. *trochoïdea*.
- Ostracodes : *Buntonia* sp., *Leguminocythereis* sp., *Trachyleberis pidgeoni*.

Faune de la partie supérieure :

- Lamellibranches : *Raeta* (*Labiosa*) *schweinfurthi* MAYER-EYMAR, *Plicatula polymorpha* BELLARDI, *Cardita* (*Cossmannella*) aff. *camerunensis* OPP., *Nucula* sp., *Cardium* cf. *monodi* TESSIER, *Meretrix* cf. *arnaudi* TESSIER, *Arca* (*Fossularca*) *paralactea* OPP., *Lucina* (*Lucina*) *innesi* CUVILLIER, *Carolia placunoïdes* CANTRAINE, *Cardita* (*Cosmannella*) cf. *fajumensis* OPP., *Ostrea elegans*.
- Poissons : *Odontaspis koerti* STROMER, *Galeocerdo latidens* AG., *Pristis mucrodens* WHITE, *Aprionodon marçaisi* AR., *Aprionodon* sp., *Physodon* sp., *Cylindracanthus rectus* AG., *Physodon tertius* WINKL., *Odontaspis* sp., *Odontaspis vincenti* WOODW.

- Foraminifères : *Nummulites* sp., *Nonion* cf. *acutidorsatum*, *Globorotalia* cf. *wilcoxensis* CUSH., *G.* aff. *crassata* CUSH., *Eponides* cf. *elevatus* PLUM., *Eponides* sp., *Quinqueloculina* sp., *Globigerina* aff. *soldadoensis* BRON., *Bolivina striatella* var., *Uvigerina* sp., *Planulina* sp., *Cibicides* sp. 343 (aff. *simplex*), *Bolivina* sp. 1256.
- Ostracodes : *Loxoconcha nuda*, *Loxoconcha* sp., *Buntonia subtriangularis*, *Buntonia alabamensis* STEPH., *Cytheropteron* sp., *Leguminocythereis arachnoides*.

B. — CONTINENTAL TERMINAL

Le terme « Continental terminal » a été créé par C. KILIAN en 1931 pour nommer les niveaux continentaux tertiaires du Sahara. Cette appellation a été ensuite utilisée dans d'autres bassins pour nommer des formations continentales post-éocènes. F. TESSIER (1952) pense qu'il s'agit surtout de Pliocène, au Sénégal. D'autres parlent de Mio-Pliocène.

Dans ce bassin, le Continental terminal groupe les formations surtout continentales comprises entre l'Eocène marin et les dépôts récents alluvionnaires ou littoraux. Aucune faune n'a encore permis de dater ces formations.

L'étude qui suit consiste en descriptions régionales successives des plateaux de Sakété, d'Allada, de Bopa, de la région de Lokossa, des plateaux de Vogan-Atitogon et d'Agouévé, pour aboutir à un essai d'interprétation des observations faites.

La figure 9 situe ces diverses régions et tous les lieux cités figurent sur la carte géologique.

1. — Etude du plateau de Sakété

Le plateau de Sakété s'étend depuis la région de Porto-Novo jusqu'à Pobé. Il est limité par la lagune de Porto-Novo, la vallée de l'Ouémé, la dépression du Hollidjé, la frontière de Nigeria. On peut l'étudier à l'aide de quelques affleurements, mais surtout par puits et sondages.

a) Affleurements

Les plateaux du Sud sont le domaine de la « terre de barre » et le plateau de Sakété en est constamment recouvert. Les caractéristiques essentielles de la terre de barre sont : mélange meuble de sable et d'argile de couleur brun rouge. Les proportions de sable et d'argile ferrugineuse sont très variable, de même que la granulométrie du sable.

E. de CHETELAT (1926) et J. ARCHAMBAULT (1950) ont voulu voir dans la terre de barre une formation éolienne; les études pétrographiques ne l'ont pas confirmé et je pense qu'il s'agit simplement d'une évolution latéritique des niveaux sous-jacents.

Ces faciès sablo-argileux brun-rouge ont quelques mètres d'épaisseur dans la région de Pobé, mais ils sont plus épais vers le Sud et peuvent atteindre une quinzaine de mètres dans la région de Porto-Novo.

A partir de la latitude de Sakété, en direction du Nord, on voit souvent apparaître, vers la base de la terre de barre, un niveau de grès ferrugineux dur. Ce grès est très discontinu et on le voit généralement sur les pentes ou près de la surface du sol. Il peut atteindre parfois plusieurs mètres d'épaisseur comme dans la région de Sakété (carrière de Bokoutou). Mais comme dans les puits les formations de grès ferrugineux sont nettement moins développés, il

semble que ce faciès soit dû à une induration de la terre de barre près de la surface (cuirassement).

Les principaux affleurements de grès ferrugineux sont situés :

— Près de Sakété où une grande carrière est exploitée le long de la voie ferrée à Bokoutou. Le grès a un grain varié, son ciment ferrugineux laisse des vides qui rendent la roche poreuse. Sa dureté est variée. D'autres carrières, plus petites et sommaires, sont exploitées par l'habitant sur les pentes de la région. Des affleurements existent encore sur la rive droite du marigot Yanssa qui coule immédiatement au Sud de Sakété. Le grès ferrugineux brun comporte à cet endroit des lits conglomératiques à gros graviers de quartz roulés. Il est surmonté par un niveau de graviers roulés enrobés dans un sable argileux brun-rouge que l'on trouve ensuite seul. Sous le grès ferrugineux, la formation est sablo-argileuse, bariolée d'abord, puis grise.

— Entre Bokoutou et Pobé, où l'on rencontre plusieurs affleurements gréseux sur les pentes proches de la voie ferrée.

— A Pobé, où une carrière est exploitée dans la concession de l'I. R. H. O. (Institut de Recherches pour Huile et Oléagineux); le grès a, à cet endroit, un grain moyen assez régulier et la teinte est souvent violet foncé ou brun violacé. Certains morceaux ont montré quelques empreintes de feuilles qui n'ont pu être déterminées.

— A l'Ouest de Pobé, des lits discontinus de grès ferrugineux sont exploités à très faible profondeur, notamment au lieu dit Ouignan Akouho.

— Enfin, le grès ferrugineux apparaît encore fréquemment sur les pentes ouest du plateau, le long de la vallée de l'Ouémé entre Affamé et Bonou. Le grès comporte souvent des lits conglomératiques et parfois l'on peut distinguer une stratification parallèle à la pente naturelle du terrain.

Le long de la pente qui domine Bonou, à l'Est, on trouve de haut en bas les formations suivantes :

- Terre de barre;
- Niveau de graviers et galets de quartz roulés;
- Grès ferrugineux à lits conglomératiques;
- Argile bariolée plus ou moins sableuse.

b) Puits

Les puits sont assez nombreux sur le plateau de Sakété, et j'ai eu l'occasion d'en visiter une cinquantaine. Seuls les plus représentatifs sont cités.

Puits de la pépinière I.R.H.O. à Pobé

Ce puits a été creusé en 1951 et j'ai eu la chance de pouvoir en relever la coupe. L'altitude est d'environ 125 m à cet endroit.

- 0- 3 m : Terre de barre;
- 3- 7 m : Sable argileux rouge mêlé d'argile blanche;
- 7-11 m : Sable rose moyen;
- 11-12 m : Sable rose à passées d'argile grise à lits ferrugineux;
- 12-18 m : Sable fin jaune et rose;
- 18-19 m : Argile jaune et grise un peu feuilletée;
- 19-20 m : Argile sableuse blanche et jaune avec grès ferrugineux fin;
- 20-21 m : Sable argileux fin limoniteux avec débris de grès fin;
- 21-23 m : Argile grise compacte;
- 23-26 m : Sable argileux fin jaune avec passée de grès ferrugineux fin;
- 26-27 m : Sable fin ocre jaune avec lentilles d'argile blanche;
- 27-28 m : Sable moyen jaune vif un peu gréseux.

Le grain fin des divers niveaux est à remarquer. D'autres puits de la concession de l'I. R. H. O., dont le puits du laboratoire et un puits de recherche creusé par mes soins, montrent que les niveaux de l'Eocène moyen marin sont situés à quelques mètres du fond du puits précédent. Le niveau supérieur de l'Eocène moyen est ici une argile gris clair. La base du Continental terminal est un sable très fin vert, un peu argileux, à lits marqués. Il est surmonté de sable blanc et violacé, puis du sable jaune du fond du puits de la pépinière.

Puits de Ouignan Badodo (2° 38', 6° 54')

Ce puits, profond de 47,75 m, a traversé les niveaux suivants :

- Terre végétale;
- Terre de barre;
- de 3 à 4 m : Sable argileux induré et grès ferrugineux brun;
- Sable argileux brun bariolé de blanc;
- Sable argileux plus ou moins aggloméré bariolé blanc et jaune;
- Grès argileux rose micacé;
- Argile blanche un peu sableuse;
- Grès argileux tendre rose;
- Grès argileux blanc et brun avec graviers;
- Sable moyen à très gros, rose;
- Sable gros rose;
- Sable à grain varié blanc;
- de 20 à 21 m : Sable très gros rose et graviers;
- Sable argileux rose;
- Sable fin rose;
- Sable très fin blanc et argile blanche en plaquettes;
- Sable moyen à gros violet et brun;
- Sable moyen violet et argile blanche;
- Sable fin violet;
- Sable fin rouge vineux;
- Grès fin rouge vineux à lits argileux blancs;
- Sable brun rouge foncé;
- Argile et grès lités violets, jaunes blancs;
- de 40 à 41 m : Argile sableuse blanche litée et grès violet;
- Sable fin blanc;
- Sable fin violet avec passées gréseuses et argileuses;
- Sable fin crème;
- Grès fin violet et sable fin violacé;
- Sable fin violacé, argile blanche à bandes blanches et violettes, grès ferrugineux violet.

Les niveaux traversés sont d'abord assez grossiers jusqu'à 21 m, puis ils deviennent beaucoup plus fins; ces deux catégories de faciès apparaissaient très bien dans les déblais disposés en tas classés.

Puits de Cobedjo (2° 45', 6° 53'), altitude 107 m environ.

La succession des niveaux traversés a été reconstituée d'après les déblais et les indications du puisatier. Le puits à 50 m de profondeur.

- Terre de barre;
- Sable blanc très fin;
- Sable très fin violacé, argile blanche et violette;
- Sable fin jaune et brun;
- Sable fin violet avec grès violet foncé;
- Sable brun jaunâtre avec lentilles d'argile blanche;

Sable très fin violacé à lits argileux et gréseux;
 Sable jaune et argile sableuse blanche et violette;
 Sable très fin blanc jaunâtre;
 Argile sableuse à lits blancs et violets;
 Argile litée blanche;
 Sable fin violet;
 Sable fin blanc;
 Argile sableuse compacte;
 Argile bariolée blanc et lie de vin;
 Sable moyen jaune foncé;
 Sable fin violacé alternant avec des petits niveaux d'argile blanche;
 Sable très fin blanc, jaune et brun;
 Argile blanche à lits bruns et violacés;
 Grès fin rouge et violet à petits lits argileux blancs;
 Sable moyen blanc jaunâtre;
 Argile gris blanchâtre à bandes brunes horizontales.

Là encore, les faciès fins, abondent sous la couverture argilo-sableuse brun rouge. Ils ressemblent beaucoup, bien qu'étant généralement moins fins, à ceux des niveaux maestrichtiens traversés par les puits de Kétou.

Puits de la poste de Sakété (2° 40', 6° 43'), altitude 58 m environ.

Ce puits inachevé de 38 m de profondeur a traversé la succession suivante, reconstituée d'après les déblais :

Terre de barre;
 Gravier de quartz roulés;
 Grès ferrugineux conglomératique;
 Argile sableuse bariolée;
 Argile blanche compacte;
 Argile blanche litée;
 Grès ferrugineux;
 Sable moyen jaune foncé;
 Sable fin jaune clair.

Les niveaux gréseux paraissent être moins importants que dans les affleurements de la région.

c) Sondage de Porto-Novo

La recherche d'un point d'eau pour l'adduction d'eau de Porto-Novo a provoqué la mise en œuvre de deux sondages de reconnaissance. Le sondage n° 1 est situé à 2 km environ au Nord de Porto-Novo, au bord de la route bitumée conduisant vers la Nigéria. Le sondage n° 2 est situé à environ 1 km à l'Est de la ville, au bord de la route conduisant vers Meridjonou. Ces sondages ont été suivis de trois forages d'exploitation : les deux premiers situés à proximité du sondage n° 2 n'ont pu donner le débit voulu; le troisième, situé à proximité du sondage n° 1 a eu plus de succès. La coupe de la figure 67 correspond au premier forage d'exploitation.

Le sondage n° 1 a rencontré la même couche de lignite à 56,65 m de profondeur et ne l'a traversée que sur une épaisseur de 30 cm. Les formations sus-jacentes présentent quelques différences par rapport à celles du sondage n° 2 (de la figure) : entre 20 et 35 m, les faciès sont essentiellement argileux blancs ou bariolés de rouge ou de violacé; l'argile est souvent sableuse mais le sable est généralement très fin voire limoneux; on rencontre des zones

micacées. Les faciès surmontant le lignite sont plus grossiers qu'au sondage n° 2 et le sable est mêlé de gros graviers de quartz roulés. Le lignite est en contact avec un niveau d'argile brune un peu induré; aucun niveau argileux noir n'a été traversé.

Les sondages de Porto-Novo n'ont pu indiquer l'importance des formations continentales à cet endroit; on sait simplement qu'elles ont plus de 63 m d'épaisseur. Le sondage d'Hétin sotta, n'ayant pas rencontré le Continental terminal sous les formations alluvionnaires, indique que celui-ci n'existe plus, sur le plateau proche, à la cote —73 m et n'a donc pas plus de 100 m d'épaisseur dans la région de Dangbo (2° 34', 6° 35').

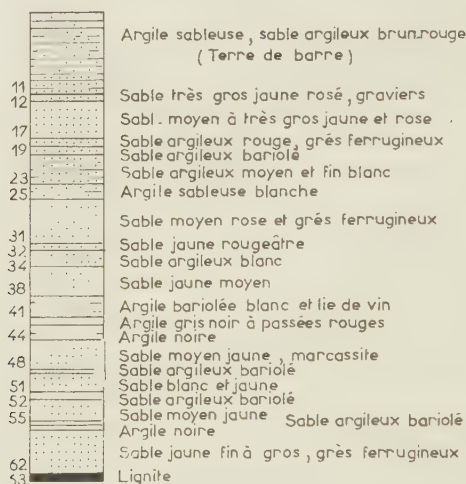


FIG. 67. — Sondage de Porto-Novo n° 2

En résumé, le plateau de Sakété comporte, sous un manteau sablo-argileux brun-rouge, des faciès fins sableux et argileux dans la partie nord du plateau, surmontés de faciès plus grossiers dont l'importance croît vers le Sud. Dans la région de Porto-Novo, des niveaux argileux noirs apparaissent en profondeur, ainsi qu'un niveau de lignite de mauvaise qualité.

Dans la moitié nord du plateau, des formations discontinues de grès ferrugineux affleurent ou se situent près de la surface du sol.

2. — Etude du plateau d'Allada

Le plateau d'Allada est situé au Sud de la dépression de la Lama, entre les vallées du Couffo et de la Sô. Comme le plateau de Sakété, il comporte une importante couverture de terre de barre qui masque les formations sous-jacentes. Mais celles-ci sont connues par sondages et puits.

a) Affleurements

Plusieurs affleurements permettent une meilleure observation des formations superficielles.

Carrière de Godomey (2° 21', 6° 25').

Elle est située à la limite SE du plateau, au nord du village de Godomey, au bord de la route menant vers Allada. Elle est exploitée pour les travaux routiers de la région de Cotonou.

Le matériau exploité est la terre de barre dont l'épaisseur peut atteindre 6 à 7 m à cet endroit. C'est un sable argileux d'abord de teinte uniforme brun rouge, puis bariolé de blanc vers la base, devenant, tout en bas, un sable argileux blanc bariolé de rouge. Le passage entre la terre de barre et les formations sous-jacentes, est très progressif.

Carrière de Zinvié (2° 22', 6° 36').

Cette carrière, située près du village de Zinvié, a été surtout utilisée pour la mise en œuvre de la route Godomey-Allada. Elle exploite un tout-venant composé de graviers et galets de quartz roulés et de terre de barre, que l'on trouve à faible profondeur.

Carrière située entre Agon et Séhoué (2° 15', 6° 53').

Cette carrière est située à proximité de la route fédérale Allada-Bohicon, à 6,7 km avant Séhoué.

Sur une épaisseur de 2 m environ, on peut voir de bas en haut : une argile blanche plus ou moins sableuse passant à un grès ferrugineux d'abord violet et à grain moyen régulier, puis brun et à grain varié, devenant conglomératique avec des graviers et cailloux de quartz sub-arrondis. Le grès conglomératique est surmonté d'un niveau de cailloux de quartz roulés mêlés de terre de barre que l'on trouve seule plus haut.

Carrière de Kpomé (2° 18', 6° 57').

Cette carrière est située à proximité immédiate du village de Kpomé. On y exploite un niveau à graviers et cailloux de quartz roulés surmontant une formation de grès ferrugineux.

Affleurements de grès ferrugineux

Des blocs de grès ferrugineux affleurent assez fréquemment sur le bord ouest du plateau, le long de la vallée du Couffo. D'autres affleurements existent dans la région d'Allada, notamment sur le bord E du thalweg situé à 5 km environ d'Allada, à proximité de la route fédérale menant vers Cotonou.

b) Puits et sondages

Les puits et sondages sont nombreux. Ils comprennent : les puits servant à l'alimentation en eau de la population, les puits de recherche de phosphate situés entre Ouagbo et Toffo, les sondages de recherche et d'exploitation d'eau d'Allada, de Ouidah, de la région d'Abomey-Calavi et les sondages exécutés lors de la prospection sismique faite le long de la route Ouidah-Séhoué.

Tous ces ouvrages montrent des faciès continentaux analogues, alternant de façon variée, parmi lesquels je n'ai pu distinguer de niveaux repères valables. Il ne sera donc citées ici que quelques coupes de puits et sondages réparties dans le plateau et choisies parmi celles qui ont pu être établies avec le plus de précision.

Puits de Koussi (2° 08', 6° 51'), altitude : 125 m environ.

C'est un puits de recherche du Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord.

0- 9 m : Terre de barre.

9-10 m : Sable fin à moyen brunâtre.

10-11 m : Sable fin rosé à concrétions argileuses.

11-12 m : Sable fin à moyen orangé.

12-14 m : Même sable, de teinte plus vive.

14-15 m : Sable fin à moyen rose violacé.

- 15-16 m : Sable fin blanc violacé.
- 16-17 m : Sable moyen blanc violacé.
- 17-18 m : Sable moyen à gros.
- 18-19 m : Sable légèrement argileux rouge brique.
- 19-20 m : Sable moyen jaune.
- 20-21 m : Sable fin à moyen jaune vif.
- 21-22 m : Sable fin blanc jaunâtre.
- 22-23 m : Sable fin orange rosé.
- 23-24 m : Sable fin rose violacé.
- 24-25 m : Sable fin rose orangé.
- 25-26 m : Sable fin jaune paille.
- 26-27 m : Sable fin blanchâtre avec passée d'argile blanche.
- 27-29 m : Sable fin jaune avec passées d'argile blanche.
- 29-30 m : Sable fin à moyen blanc rosé.
- 30-31 m : Sable très fin à fin rose violacé.
- 31-32 m : Sable moyen brun violacé avec passées d'argile blanche à lits violacés.

Ce puits fait partie d'un ensemble de puits de recherche régulièrement espacés entre Ouagbo et Toffo; ils montrent tous des faciès sableux fins analogues, mais l'ordre des couleurs est très variable, de sorte que la teinte ne peut servir de repère.

Puits de Ouagbo aliho (2° 11', 6° 49'), altitude : 150 m environ.

Ce puits est situé à Ouagbo aliho, au bord de la route Allada-Bohicon. Il est intéressant par sa profondeur de 82 m qui indique que les formations du Continental terminal ont au moins cette épaisseur en ce point. Je n'ai pu reconstituer qu'une coupe partielle de ce puits :

- Terre de barre.
- Argile sableuse bariolée et grès ferrugineux.
- Grès argileux bariolé.
- Sable argileux rose brun.
- Sable argileux rose.
- Argile sableuse fine à lits parallèles blancs et violets.
- Argile sableuse bariolée.
- Sable argileux moyen violacé.
- Sable argileux moyen ocre
- Sable fin blanc.
- Sable fin jaune.
- Sable fin jaune un peu argileux.
- Sable fin violet légèrement gréseux et graviers arrondis.
- Sable fin violacé.
- Sable jaune anguleux fin à très gros.
- Sable un peu argileux violet à grain varié
- Sable moyen blanc.
- Sable violet et blanc un peu argileux.
- 58 -66 m : ?
- 66 -67 m : Sable fin blanc et petits niveaux d'argile blanche.
- 67 -67,5 m : Sable moyen rose violacé avec graviers roulés.
- 67,5-68 m : Sable et grès sableux fins violets.
- 68 -68,5 m : Sable moyen violet.
- 68,5-69 m : Grès argileux fin brun violacé.
- 69 -69,5 m : Sable fin blanc et grès argileux blanc.
- 69,5-70 m : Sable orangé fin et argile blanche.
- 70 -70,5 m : Argile blanche et violacée.
- 70,5-71 m : Argile blanche.

Le fonds du puits est sableux. Comme dans le puits précédent les faciès fins dominent. La « terre de barre » de la partie supérieure a toutefois un faciès plus grossier.

Puits de Niaouli (2° 08', 6° 45'), altitude : 107 m environ.

Ce puits est situé dans la station agricole de Niaouli. Sa coupe a été établie par H. BESAIRIE en 1942, avec précision, de sorte qu'il paraît justifié de la reproduire ici.

- 0 - 5 m : Terre de barre, sable rouge siliceux.
- 5 -15 m : Sables blancs limoneux.
- 15 -17 m : Grès argileux tendre fin et sable rouge piqué de blanc.
- 17 -20 m : Grès siliceux violacé à ciment ferrugineux abondant ne remplissant pas complètement l'intervalle des grains; grains de quartz roulés, patinés.
- 20 -25 m : Sable siliceux fin non argileux, mais à grains argileux.
- 25 -25,2 m : Sable très blanc siliceux fin, grains anguleux mais quelques grains roulés.
- 25,2-32 m : Sables siliceux à grains anguleux.
- 32 -36 m : Sable rose violacé pâle légèrement limoneux; à 34 m, lit d'argile blanche à zones violacées, quelques lits ocres avec lentilles de sable; à 35 m, banc d'argile blanche très pure avec zones ocres.
- 36 -37 m : Argile sableuse et sable argileux blancs.
- 37 -38 m : Argile blanche à lits violacés.
- 38 -40 m : Sable fin jaune à grains anguleux et roulés.
- 40 -42 m : Argile plastique blanche.
- 42 -43 m : Sable blanc fin et mi-grossier anguleux et roulé; sable siliceux blanc très pur, anguleux.
- 43 -60 m : Sable légèrement gréseux blanc fin, légèrement taché de violacé, grains surtout anguleux mais à bords légèrement usés.
- 60 -65 m : Sable siliceux pur, grains anguleux et graviers usés, arrondis, non anguleux.

Sondage d'Allada (2° 09', 6° 39'), altitude : 94 m environ.

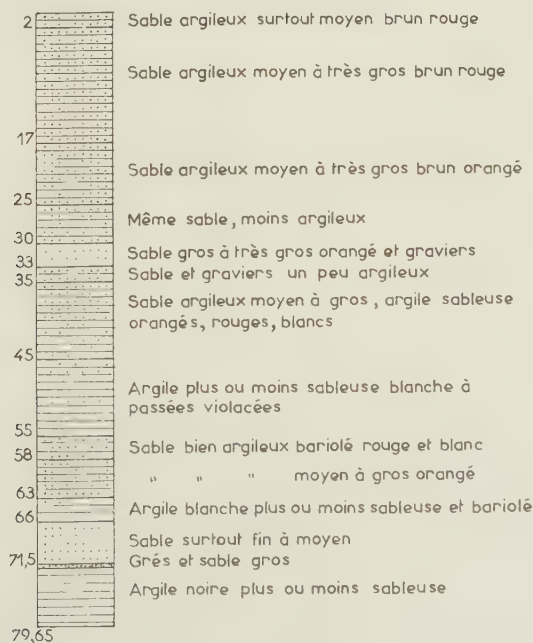


FIG. 68. — Sondage d'Allada

Le sondage est situé derrière les bureaux du Cercle; il est utilisé pour l'alimentation en eau d'Allada et son exécution date de 1957.

La coupe du sondage est représentée à la figure 68. Elle diffère de celles des puits situés plus au Nord par l'importance des faciès grossiers; seul le fond montre quelques faciès fins.

L'argile noire du fond paraît être particulièrement sableuse si on en juge par les cuttings; mais l'échantillon recueilli sur l'outil en fin de forage est uniquement argileux. De même, le puits de la gare d'Allada, approfondi sous les formations continentales, a traversé 8 m d'argile noire non sableuse. Il apparaît donc que le sable des cuttings du fond provient en bonne part de retombées. Cette argile noire est légèrement phosphatée et peut être comparée à celle des puits de recherche de phosphate de la région d'Avakpa, situés à une douzaine de kilomètres à l'Ouest.

Plusieurs exemplaires d'*Eponides elevatus* var. *trochoïdea* s/v 1 viennent à l'appui de cette corrélation; l'argile noire du fond appartient donc à l'Eocène moyen et les formations du Continental terminal n'ont que 71,5 d'épaisseur dans cette région.

Puits de Dodji Bata (2° 18', 6° 41'), altitude : 65 m environ.

Parmi les déblais de ce puits, disposés sans ordre, on remarque : du sable jaune et violacé, du sable argileux, de l'argile blanche plus ou moins litée, du grès ferrugineux. Vers 35 m de profondeur alternent des lits de grès ferrugineux et d'argile sableuse blanche; vers 40 m, le puits traverse un niveau d'argile noire et gris-noir sableuse et pyriteuse dans laquelle j'ai pu trouver un tout petit moule interne de *Lamellibranchie* pyritisé.

Cependant, on trouve des faciès sableux continentaux plus bas, et ce niveau noir ne semble pas appartenir, comme à Allada, à l'Eocène moyen, mais correspond vraisemblablement à un épisode lagunaire de la série post-éocène.

Sondage « sismique » situé à 2 km au Sud d'Allada

Ce sondage, destiné à la mise en place d'explosif pour la prospection sismique, a été exécuté rapidement et je n'ai pu en établir qu'une coupe sommaire :

0	-12	m : Argile grise.
12	-16	m : Sable et gravier.
16	-18	m : Grès.
18	-26	m : Argile blanche.
26	-28	m : Sable.
28	-28,5	m : Sable.
28,5	-35	m : Sable.
35	-50	m : Grès.
50	-68	m : Sable et graviers.
68	-81	m : Grès.
81	-82	m : Couche dure.
82	-88	m : Argile noire.
88	-89	m : Couche dure.
89	-90	m : Sable ? (c'est une interprétation de l'avancement).

De cette coupe très approximative, on retiendra surtout la présence d'argile noire vers le fond. La proximité du sondage d'Allada fait penser, cette fois, qu'il s'agit également d'Eocène moyen. L'altitude à l'endroit de ce sondage étant d'environ 80 m, on en déduit que le toit de l'Eocène marin plonge vers le Sud avec une pente légèrement supérieure à 1 %. Bien entendu, tout cela demande à être vérifié.

Ce sondage et un autre sondage « sismique » situé un peu plus au Nord, montrent une réduction notable, voire même une disparition locale du faciès « terre de barre ». Comme ces deux sondages traversent d'abord des niveaux uniquement argileux, il apparaît que l'altération

brun rouge qui caractérise la terre de barre prend naissance plus difficilement à partir de couches uniquement argileuses qu'à partir de sable argileux ou d'argile sableuse.

Sondage « sismique » situé près de Tori Bossito (2° 09', 6° 30'), alt. : 45 m environ.

La coupe de ce sondage a pu être relevée de façon un peu plus précise que la précédente, mais reste toute de même approximative :

- 0-12 m : Terre de barre.
- 12-15 m : Sable argileux moyen brun-jaune.
- 15-16 m : Sable bien argileux, argile jaune.
- 16-19 m : Sable argileux et grès.
- 19-20 m : Argile blanche et violette.
- 20-21 m : Argile blanche et sable.
- 21-22 m : Grès ferrugineux moyen.
- 22-23 m : Sable moyen à passées gréseuses.
- 23-25 m : Argile blanche.
- 25-28 m : Sable moyen à très gros et graviers arrondis.
- 28-31 m : Sable varié, graviers arrondis, débris latéritiques.
- 31-32 m : Gros graviers arrondis, latérite.
- 32-33 m : Sable et graviers arrondis, latérite.
- 33-35 m : Sable fin à très gros jaune rosé.
- 35-37 m : Sable varié blanchâtre et petits graviers arrondis.
- 37-39 m : Argile blanche et violette.

Le niveau à gros graviers arrondis situé vers 30 m, pourrait peut-être comparé à celui de la carrière de Zinvié.

Un autre niveau à graviers et cailloux roulés est visible dans le puits situé près du belvédère du lac Ahémé (1° 59' 6° 23') ; ce puits a 25 m de profondeur et montre la succession suivante :

- Terre de barre.
- Graviers et cailloux roulés.
- Sable argileux bariolé.
- Grès ferrugineux grossier.
- Sable argileux gros blanc.

Sondage de Ouidah.

Ce sondage a été transformé en forage d'exploitation et doit servir à l'adduction d'eau de Ouidah. Il est situé à 1 km environ de Ouidah, au bord de la route conduisant vers Domé. L'altitude est d'environ 20 m à cet endroit.

Ainsi que le montre la fig. 69, les faciès sableux sont largement dominants; ils sont généralement plus fins à la base que vers le haut.

La partie supérieure n'a pas été échantillonnée; elle comporte une bonne part de terre de barre.

Sondages de la région Abomey-Calavi Godomey

La recherche d'un point d'eau à fort débit pour l'alimentation en eau de Cotonou a entraîné la mise en œuvre, en 1950-51, d'une campagne de 7 sondages de reconnaissance répartis entre Cotonou et Abomey-Calavi. Les sondages 5, 6 et 7 ont été placés sur la bordure SE du plateau d'Allada, le sondage 5 à Abomey-Calavi (2° 22', 6° 26'), les sondages 6 et 7, très proches l'un de l'autre, immédiatement à l'Ouest de la carrière de terre de barre de Godomey (2° 20' 30'', 6° 25'). Ces deux derniers sondages ont été transformés en forages d'exploitation alimentant actuellement Cotonou en eau. La fig. 70 représente les sondages 5 et 7. La cote au sol de ces deux sondages est respectivement d'environ 12 et 20 m.

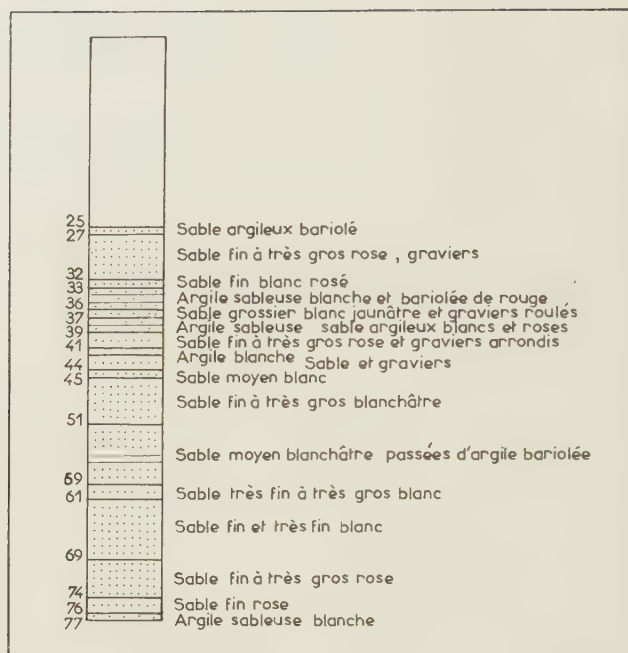


FIG. 69. — Sondage de Ouidah

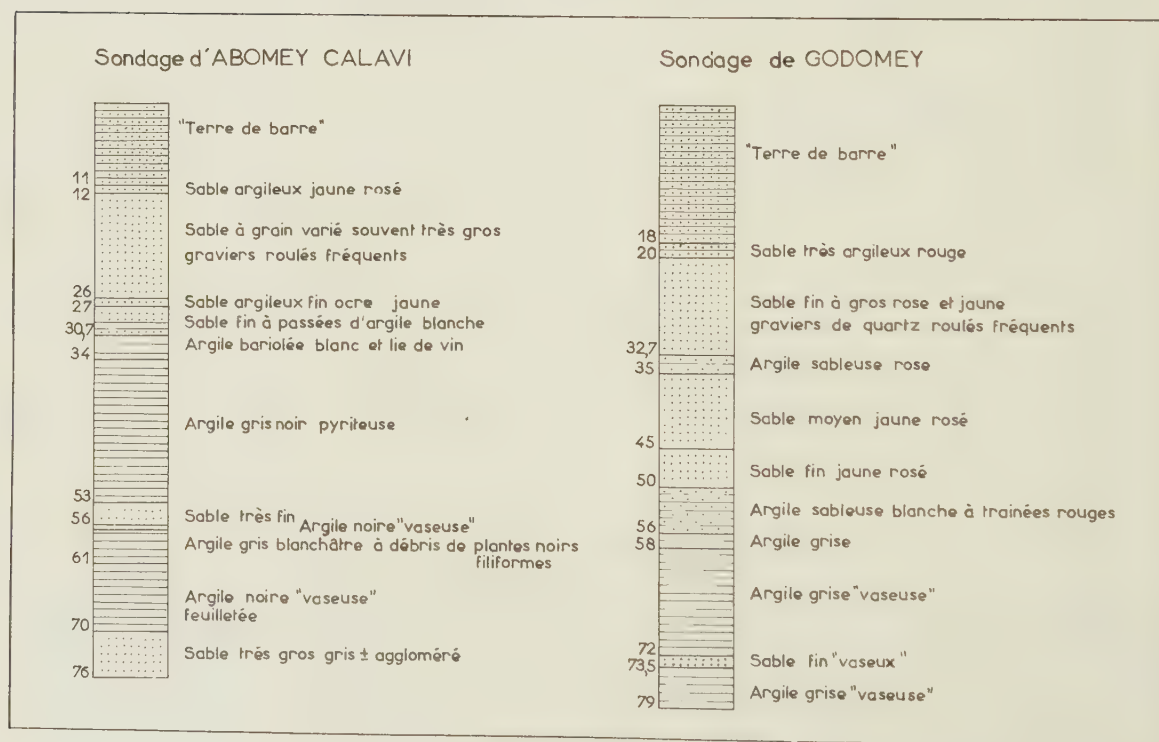


FIG. 70. — Sondages de Calavi et de Godomey

Les faciès habituels du Continental terminal reposent ici sur des formations argileuses noires et grises ayant souvent l'aspect de vases consolidées, pyriteuses, à débris végétaux fins dont certains sont arrivés au stade de lignite. Ces dépôts sont différents des argiles noires éocènes, comme celle du fond du sondage d'Allada par exemple. Leur ressemblance avec les vases actuelles des lagunes, la présence de végétaux souvent encore incomplètement transformés, m'engagent à les assimiler à des dépôts lagunaires plus récents que l'Éocène.

Ainsi, dans la partie SE du plateau d'Allada, des faciès vaseux lagunaires apparaissent à la base du Continental terminal.

3. — Etude du plateau de Bopa

J'ai appelé plateau de Bopa, le plateau situé immédiatement à l'Ouest du lac Ahémé. Bopa est la principale agglomération de cette région, mais elle n'est qu'en partie située sur le plateau. On appelle aussi cette région « plateau des Adjias » du nom d'une partie de la population qui y habite; mais cette race est largement répandue ailleurs.

a) Puits de Bopa

Une bonne coupe des formations du plateau est fournie par la région de Bopa où j'ai fait creuser plusieurs puits. Leur position est indiquée à la figure 71.

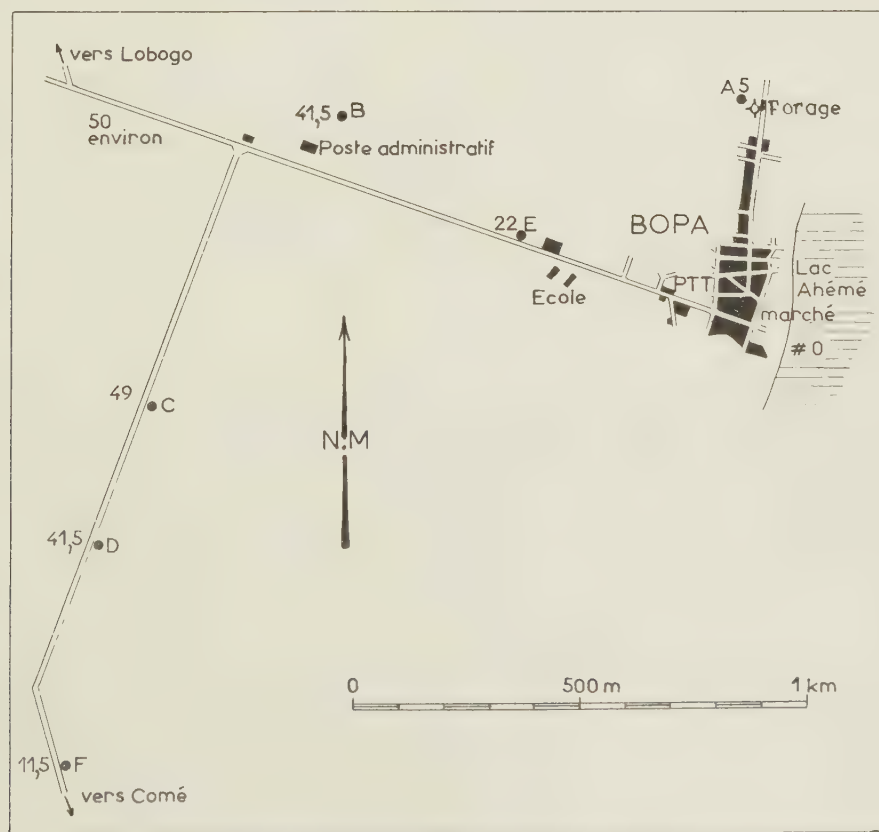


FIG. 71. — Plan de Bopa avec indications d'altitudes

Immédiatement à l'Ouest du poste administratif, soit un peu plus haut, on rencontre des affleurements de grès ferrugineux parfois conglomératiques. Sous ces grès viennent se placer les niveaux traversés par les puits B et E, ainsi que l'indique la figure 72.

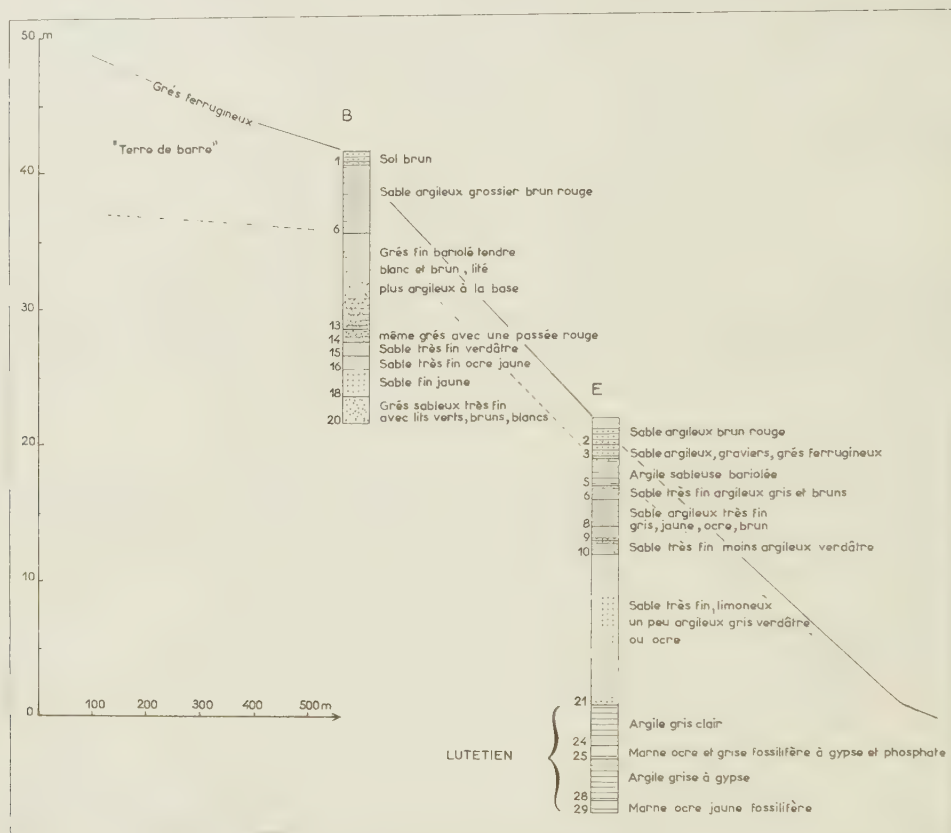


Fig. 72. — Puits B et E de Bopa

A part les six mètres supérieurs du puits B, tous les faciès sous-jacents sont très fins (les premiers mètres du puits E proviennent du ruissellement le long de la pente). Un faciès fréquent est représenté par un sable très fin, plus ou moins aggloméré, lité, de teinte généralement verdâtre, devenant ocre près de la surface ou après exposition à l'air libre. C'est le même faciès, plus développé ici, que celui du fond du puits du laboratoire I. R. H. O. à Pobé.

Ces faciès sableux très fins reposent dans le puits E sur des argiles et marnes bien datées du Lutétien par une faune marine. Il n'y a pas de discordance visible entre les argiles du Lutétien et les sables sus-jacents; mais elle paraît être tout de même très probable si l'on remarque qu'à Pobé, ces mêmes faciès sableux reposent sur des couches de l'Eocène moyen moins élevées dans la série stratigraphique.

Comme dans les plateaux de Sakété et d'Allada, cette coupe établie à Bopa, permet de distinguer, dans le Continental terminal, des faciès supérieurs grossiers et des faciès inférieurs fins. Cette distinction est confirmée par les puits C et F situés au Sud du poste administratif.

En effet, le puits C, situé à une altitude relativement élevée, et profond de 20 m, montre surtout des faciès sableux ou sablo-argileux à gros grain, tandis que le puits F, situé beaucoup plus bas, montre à nouveau, de 9 à 18,3 m, un sable très fin, limoneux, plus ou moins lité, verdâtre à ocre, avec quelques passées d'argile grise.

J'ai eu l'occasion de rencontrer un sable très fin de même faciès au fond d'un puits de 28,5 m situé au lieu dit Alogo (1° 51', 6° 28'), sensiblement à mi-chemin entre Oumako et Sé. Il est surmonté de sable, d'argile blanche et de grès.

b) *Puits situés à l'Est de Bopa*

Le long de la route allant de Bopa vers Kpénou et Athiémé, plusieurs puits ne montrent que des déblais incomplets. Mes observations rejoignent généralement celles faites par H. BESAIKIE en 1952 à propos de certains de ces puits :

— Puits d'Ahloumé (1° 55', 6° 35'), altitude 73 m environ, profondeur 44 m : terre de barre, sable moyen à gros, grès jaune à traces ferrugineuses, sable jaune fin.

— Puits de Doutou (1° 53', 6° 34'), altitude 71 m environ, profondeur 44 m : Terre de barre, sable, argile grise, sable fin jaune.

— Puits d'Adromé (1° 51', 6° 34'), altitude 67 m environ, profondeur : 33 m : Terre de barre, sables grossiers, graviers, sables jaunes fins au fond.

Autre puits de 32 m décrit par H. BESAIKIE : Terre de barre, grès, sables fins siliceux, anguleux, consolidés, quelques argiles grises, sables jaunes fins.

— Puits situé à l'embranchement de la route menant vers Comé et Cotonou (1° 49', 6° 34'), altitude 56 m environ; le puits était en cours en 1957 et n'avait encore qu'une quinzaine de mètres de profondeur : Terre de barre, grès ferrugineux, grès fin sableux bariolé, sable blanc plus ou moins argileux.

— Puits A8 du Bureau minier situé entre Kpénou et Sé (voir fig. 46), altitude 47 m environ :

0 - 4 m : Terre de barre et sable;

4 - 7 m : Sable argileux bariolé compact;

7 - 9,5 m : Sable argileux bariolé à graviers et galets de quartz roulés;

9,5-10 m : Sable grossier blanc plus ou moins consolidé, argile blanche.

Les niveaux marins de l'Eocène moyen sont situés à faible distance du fond de ce puits.

Dans le puits A7, les formations continentales, épaisses de 4 m seulement, se terminent par le niveau à graviers et cailloux roulés qui reposent directement sur l'Eocène marin. On note donc, dans cette région, la disparition des faciès fins du Continental terminal.

c) *Partie sud du plateau*

Le niveau à graviers et galets de quartz roulés est remarquable car un tel faciès est largement répandu dans la partie ouest et sud du plateau de Bopa. Dans la région Oumako-Comé, on peut en trouver des épaisseurs dépassant 10 m. Ce niveau est exploité dans plusieurs carrières d'importance variée.

La meilleure coupe de ces formations est donnée par A. CHERMETTE, dans la ballastière de Comé :

Terre de barre : 2 m.

Graviers quartzeux roulés : 6 m.

Graviers quartzeux roulés agglomérés par un ciment ferrugineux : 2 m.

Grès argileux brun grossier peu consistant.

Dans la carrière Gabelin (1° 55', 6° 25'), située au NE de Comé, j'ai eu l'occasion de voir, à 1 m de profondeur, au sein des galets roulés, deux petits niveaux sableux à débris végétaux encore assez peu fossilisés.

Enfin, une autre coupe de ces formations à graviers et galets roulés est donnée par un puits de 28 m de la région de Comé :

Terre de barre : 8 m environ.

Graviers de quartz roulés agglomérés à la base par un ciment ferrugineux;
Argile sableuse blanche bariolée de jaune et de rouge.

d) *Niveaux gréseux*

La moitié NE du plateau montre divers faciès gréseux, dont le grès ferrugineux de la région de Bopa.

Plusieurs falaises de grès de 3 à 10 m de hauteur se rencontrent au Sud de Bopa, en bordure du lac Ahémé. Ce sont des grès siliceux assez grossiers blancs ou jaunes, et des grès ferrugineux bruns.

On trouve encore un niveau gréseux fin blanc au fond d'un puits d'une vingtaine de mètres situé à 6 km environ au Sud de Bopa, en haut de la pente dominant le lac Ahémé.

En résumé, le plateau de Bopa montre un Continental terminal reposant incontestablement sur l'Eocène moyen. La base de la formation comporte des faciès sableux très fins verdâtres à ocre jaune. A la partie supérieure, les faciès sont plus grossiers et, dans la partie ouest et sud du plateau, ils comprennent un niveau de graviers et galets de quartz roulés dont l'épaisseur, très variable, peut localement dépasser une dizaine de mètres.

Dans la partie ouest, les faciès grossiers de la partie supérieure reposent directement sur l'Eocène marin, ce qui permet de conclure à leur discordance sur tous les niveaux sous-jacents.

4. — Formations continentales de la région de Lokossa

Quatre groupes de terrains se distinguent dans la région de Lokossa : des niveaux marins allant du Paléocène à l'Eocène moyen, des formations de « terre de barre » du Continental terminal, un niveau à graviers et galets de quartz roulés, des alluvions argilo-sableuses se poursuivant jusqu'au Mono.

Les puits de recherche de phosphate ont permis d'établir que :

— Les formations du Continental terminal sont discordantes sur les niveaux marins éocènes.

— Le niveau de graviers et galets roulés que l'on trouve près de la surface à Lokossa même, où il est d'ailleurs exploité dans la carrière située à la sortie nord de l'agglomération, est antérieur aux alluvions récentes du Mono qui le recouvrent en certains points.

— Ce niveau à graviers et galets roulés fait partie des niveaux de base des formations locales du Continental terminal. En effet, la succession suivante a pu être établie, de haut en bas :

« Terre de barre » = sable argileux brun rouge à grain varié;

Sable argileux assez grossier, bariolé blanc, jaune, rouge, consolidé à la base;

Niveau de graviers et galets de quartz roulés souvent agglomérés par un ciment sablo-argileux; le niveau peut atteindre 3 m d'épaisseur;

Niveau sableux grossier ne dépassant généralement pas 1 m d'épaisseur et remaniant les niveaux argilo-marneux ou phosphatés de l'Eocène sous-jacent.

Comme dans l'Ouest du plateau de Bopa, le Continental terminal de la région de Lokossa ne comprend que des formations grossières.

Le niveau de base à graviers et galets roulés a une extension importante dans la région et se poursuit jusque dans la partie SW du plateau d'Aplahoué.

5. — La plateau de Vogan-Atitogon

La vingtaine de puits visité sur ce plateau n'a pu fournir d'indications bien précises et la meilleure coupe du Continental terminal est donnée par la partie supérieure du sondage d'Atitogon, détaillée ci-dessous :

0	-10	m : « Terre de barre » sablo-argileuse;
10	-13	m : Sable argileux moyen orangé;
13	-14	m : Sable argileux fin avec débris de grès ferrugineux;
14	-20	m : Sable argileux fin et moyen jaune orangé;
20	-21	m : Sable moyen jaunâtre moins argileux;
21	-23	m : Argile sableuse grise et violacée;
23	-24	m : Sable argileux moyen gris et violacé;
24	-27	m : Sable bien argileux fin à très gros;
27	-30	m : Sable argileux à grain varié surtout gros;
30	-31	m : Sable argileux moyen à gros rosé;
31	-32	m : Argile sableuse grise et violacée;
32	-33	m : Sable argileux moyen à très gros rosé;
33	-34	m : Sable argileux moyen jaune orangé;
34	-35	m : Sable argileux gros jaune orangé;
35	-38	m : Sable argileux fin à gros;
38	-39	m : Argile sableuse grise et rougeâtre à sable fin et moyen;
39	-40	m : Sable varié surtout très gros rosé;
40	-40,5	m : Sable très gros anguleux blanchâtre;
40,5	-42	m : Argile sableuse grise et jaune;
42	-45	m : Sable bien argileux gros à très gros orangé;
45	-46	m : Sable argileux gros rosé;
46	-50	m : Sable argileux gros à très gros orangé;
50	-51	m : Sable moyen très argileux gris et rosé;
51	-53	m : Sable très gros sub-arrondi jaune et rosé;
53	-54	m : Même sable un peu argileux ocre et jaune;
54	-56	m : Sable très gros et graviers subarrondis jaunes;
56	-57	m : Sable argileux gros gris foncé;
57	-60	m : Sable marneux gros gris foncé = zone de passage remaniant partiellement l'Eocène moyen marin.

On ne trouve pas, à la base de la série, les faciès très fins remarqués au Dahomey. Un certain nombre de puits de la partie nord du plateau corroborent d'ailleurs cette observation :

— A Papadakpénou (1° 35', 6° 26'), altitude 59 m environ, un puits de 26 m montre au fond un sable grossier et des graviers arrondis.

— A l'Est d'Amegneran (1° 35', 6° 29'), altitude 64 m environ, un puits de 15 m montre encore de gros graviers de quartz roulés.

— A Afagnan Gbléta (1° 37', 6° 30'), altitude 72 m environ, le même faciès apparaît au fond de puits d'une vingtaine de mètres.

— Dans la région d'Akoumapé, les puits de recherche de phosphate laissent souvent apparaître un niveau grossier à gros graviers arrondis à la base du Continental terminal. Ce niveau est surmonté d'argile sableuse bariolée, de sable, de « terre de barre ». Sur certaines pentes apparaissent de gros blocs de grès ferrugineux.

Une dernière coupe du Continental terminal est fournie par un puits situé dans la partie méridionale du plateau, à l'usine de traitement de manioc de Ganavé (1° 38', 6° 19'). Il s'agit d'un puits de 17 m environ qui a été approfondi de 15 m par forage Bénoto. Seule la coupe du forage m'a été communiquée par le Directeur de la société (Compagnie minière du Bénin) :

Argile jaune et sable blanc très fin dur	4,61 m
Sable blanc très fin et argile claire	7,65 m
Argile litée grise et jaunâtre et sable blanc très fin	1,30 m
Sable fin blanc et jaune avec petits graviers et un peu d'argile	2,10 m

Deux autres puits proches ont été approfondis de façon analogue et ont rencontré des niveaux comparables mais d'épaisseurs différentes. Les faciès traversés sont ici plus fins que dans la partie nord du plateau.

Epaisseur des formations continentales

En 1955, une campagne de sondages électriques a cherché à établir l'épaisseur du Continental terminal surmontant l'Eocène marin. Cette campagne a été exécutée par la Compagnie Générale de Géophysique pour le compte de la Société minière du Bénin qui a bien voulu communiquer les résultats de cette étude.

Une série de mesures a permis notamment d'établir un profil NW-SE passant par Akoumapé, Vogan (1° 32', 6° 20') et Anecho (1° 37', 6° 14'). D'après ce profil, le recouvrement continental, dont l'épaisseur est inférieure à 30 m dans la région d'Akoumapé, augmente progressivement vers le SE pour atteindre une cinquantaine de mètres dans la région de Vogan. Mais plus au SE encore, les sondages électriques semblent indiquer que le toit de l'Eocène marin remonte, pour être très proche de la surface à Anecho.

Cette remontée est possible, mais elle demande à être vérifiée car, dans les diagrammes électriques, les formations éocènes ont pu être confondues avec des niveaux salés ou encore avec des faciès lagunaires provenant de l'évolution latérale vers le Sud des faciès continentaux.

A l'Est de ce profil, les seuls renseignements concernant l'épaisseur du recouvrement continental sont donnés par le sondage d'Atitogon où elle est de 60 m, et le puits de Zooti, situé à 6 km à l'Ouest d'Atitogon, à une altitude d'environ 60 m, qui atteint les argiles éocènes à 49 m de profondeur.

En résumé, les formations continentales du plateau de Vogan-Atitogon ont en général un faciès assez grossier. Leur épaisseur maximum connue est de 60 m.

6. — La plateau d'Agouévé

Les formations continentales de cette région sont bien définie par trois sondages : le sondage de Sanguéra, celui d'Agouévé, et un forage allemand de la région de Lomé.

Sondage de Sanguéra, altitude 45 m environ.

C'est le sondage de la figure 66. Les niveaux continentaux de la partie supérieure peuvent être détaillés de la façon suivante :

- 0 - 1 m : Terre sableuse grise à sable très fin à moyen;
- 1 - 2 m : Sable argileux brunâtre moyen à gros;
- 2 - 3 m : Sable argileux fin à gros;
- 3 - 13 m : Sable bien argileux moyen à gros, gris à jaunâtre, à tâches rouges;
- 13 - 18 m : Sable argileux gros à très gros jaunâtre;
- 18 - 25,6 m : Graviers et sable très gros blanc jaunâtre anguleux à sub-anguleux;
- 25,6 - 26 m : Sable gros à très gros bien argileux jaunâtre;
- 26 - 29 m : Argile bariolée grise à ocre jaune;
- 29 - 31 m : Argile grise à gros sable anguleux.

Immédiatement en dessous commence le Paléocène marin. On ne retrouve pas ici non plus les faciès fins de base que le Dahomey montre.

Sondage d'Agouévé, altitude 35 m environ.

Ce sondage, situé exactement au lieu dit Kakaveli, au Sud d'Agouévé, est utilisé pour l'alimentation en eau de Lomé. Sauf à la base qui a été décrite à propos de l'Eocène, le sondage traverse la succession suivante :

- 0-10 m : Argile sableuse brun rouge (« terre de barre ») devenant ocre jaune à la base;
- 10-21 m : Sable argileux à grain varié beige et rosé;
- 21-24 m : Sable très gros et graviers blancs;
- 24-25 m : Sable argileux fin blanc;
- 25-28 m : Sable grossier et gravier;
- 28-29 m : Sable argileux à grain varié rose;
- 29-33 m : Sable rosé très gros et graviers arrondis;
- 33-37 m : Même sable, mais argileux;
- 37-38 m : Argile sableuse rose;
- 38-39 m : Sable argileux rose saumon;
- 39-40 m : Sable un peu argileux fin à très gros et graviers arrondis;
- 42-52 m : Sable fin à très gros orangé à blanchâtre et graviers;
- 52-60 m : Même sable, mais argileux;
- 60-68 m : Sable très gros jaunâtre;
- 68-71 m : Sable fin à très gros jaunâtre et graviers;
- 71-72 m : Argile grise;
- 72-78 m : Sable moyen à gros, argileux, gris vert.

Entre Sanguéra et Agouévé, le Continental terminal s'épaissit donc considérablement; le toit de l'Eocène et du Crétacé s'enfonce avec une pente d'environ 8 millièmes, dans une direction voisine du SE.

Sondage allemand

L'emplacement exact de ce sondage n'est pas connu; des documents datant de 1918 indiquent qu'il était situé à 4 km de la côte, près de Lomé; on en déduit une altitude probable du lieu voisin de 15 m.

La coupe du sondage a été décrite par KOERT (1) :

- 0- 3 m : Terre végétale;
- 3- 7 m : Argile sableuse ferrugineuse;
- 7- 9 m : Argile très sableuse;
- 9-10 m : Argile sableuse à nodules ferrugineux;
- 10-14 m : Argile plus ou moins sableuse;
- 14-22 m : Sable et gravier;
- 22-27 m : Sable fin clair coloré par l'oxyde de fer;
- 27-29 m : Sable argileux, graviers rougeâtres;
- 29-34 m : Sable fin argileux, argile feuilletée rouge;
- 34-35 m : Sable argileux et graviers;
- 35-37 m : Sable argileux lité rougeâtre;
- 37-38 m : Sable argileux et graviers;
- 38-40 m : Sable fin avec graviers de quartz et de quartzite;
- 40-41 m : Sable rouge;
- 41-46 m : Sable et graviers;
- 46-47 m : Argile sableuse fine;
- 47-50 m : Argile à sapropèle avec menus fragments de lignite;
- 50-53 m : Sable gris et graviers;
- 53-54 m : Argile avec lignite et pyrite;

(1) in KOURIATCHY, 1933.

54-57 m : Argile à sapropèle et particules de lignite;

57-70 m : Sable fin à marcassite;

Sable grossier avec graviers.

Les formations continentales s'épaississent donc également en direction de la côte. Les argiles à sapropèle et à lignite correspondent vraisemblablement aux niveaux noirs ou gris foncé des sondages de Porto-Novo ou d'Abomey-Calavi.

Pour KOERT, les 46 premiers mètres seraient quaternaires tandis que les niveaux sous-jacents dateraient de la fin du Tertiaire.

Les puits de la région de Ségbé (1° 07', 6° 11' 30''), donnent également certaines indications : la base des formations continentales, dont l'épaisseur ne dépasse pas une trentaine de mètres, est constituée de sable grossier à graviers. Donc, comme entre Agouévé et Sanguéra, on constate une notable remontée du toit de l'Eocène marin entre Agouévé et Ségbé.

7. — Essai d'interprétation

Les divers faits venant d'être passés en revue permettent un essai de synthèse du Continental terminal. Cette synthèse est difficile à établir car les observations, bien qu'assez nombreuses, ne sont pas encore suffisantes, et les niveaux repères font généralement défaut.

a) *Existence de deux termes dans la série*

Les plateaux de Sakété, d'Allada et de Bopa ont permis de séparer les faciès du Continental terminal en deux ensembles : un ensemble fin à la base que l'on connaît surtout dans la partie septentrionale de ces plateaux, un ensemble plus grossier à la partie supérieure, qui prend de l'importance vers le Sud et également dans l'Ouest du bassin.

Terme inférieur

Le terme inférieur est constitué de faciès fins sableux, limoneux, argileux, dans lesquels les changements de coloration font apparaître des lits fins parallèles. Les teintes grises, verdâtres ou ocre de la base, font place plus haut à des couleurs vives blanches, jaunes, roses, rouges ou violettes.

A Pobé, et près de Bopa, ces faciès fins reposent directement sur l'Eocène moyen, et le passage entre les marnes et argiles du Lutétien et les sables fins sus-jacents paraît être progressif. Cependant, cette continuité de sédimentation n'est qu'apparente et une discordance angulaire nette apparaît à la base du Continental terminal; la coupe structurale de la figure 23 le montre bien par exemple. D'ailleurs, comme la remarque en a déjà été faite, les faciès sableux très fins de Bopa et de Pobé reposent sur des niveaux différents de l'Eocène moyen.

Faute de faune, l'âge de la base de la série n'a pu encore être déterminé; la présence d'Eocène supérieur marin étant possible en dessous, les niveaux continentaux inférieurs sont vraisemblablement au moins oligocènes.

On peut enfin remarquer que ces faciès sableux, argileux, gréseux, aux couleurs vives du terme inférieur du Continental terminal, ressemblent beaucoup à certains faciès maestrichtiens des plateaux de Kétou et d'Abomey, et j'ai cru pendant assez longtemps qu'il s'agissait des mêmes niveaux.

Terme supérieur

La partie supérieure du Continental terminal a toujours des faciès sableux, sablo-argileux, gréseux et argileux, mais ils sont plus grossiers. Les teintes, également variées, sont généra-

lement moins vives. A la partie supérieure, la couleur évolue vers le jaune puis le brun pour fournir finalement la « terre de barre » au sommet.

Dans les coupes intéressant le Continental terminal, la distinction entre un terme inférieur fin et un terme supérieur plus gros, n'est pas toujours aisée. Mais dans certains cas, elle apparaît très bien comme dans le puits de Ouignan Badodo par exemple; l'aspect des déblais, que j'avais pu faire disposer en ordre, était particulièrement caractéristique, montrant deux variétés de dépôts superposées bien distinctes.

Dans la carrière située entre Agon et Séhoué, on peut voir une limite nette entre les faciès inférieurs sablo-argileux puis gréseux fins et un grès ferrugineux grossier devenant rapidement conglomératique et surmonté d'un niveau de graviers et galets roulés. Les puits de Bopa montrent de même deux catégories de faciès.

Mais le terme supérieur du Continental terminal s'individualise particulièrement bien lorsqu'il contient un niveau de graviers et galets de quartz roulés. Voici diverses remarques que l'on peut faire actuellement au sujet de ce niveau :

— Les plus gros gisements sont situés surtout sur la bordure E de la vallée du Mono, depuis le SW du plateau d'Aplahoué, jusqu'à la bordure occidentale et méridionale du plateau de Bopa où les accumulations sont particulièrement importantes. Ces gisements sont situés à une altitude supérieure à celle du cours actuel du Mono; par exemple, à Lokossa, la carrière est située à environ 30 m au-dessus du niveau du fleuve.

— Le niveau à graviers et galets est souvent sub-affleurant; mais, lors des recherches de phosphate dans la région de Lokossa, plusieurs puits ont montré qu'il se poursuit sous les formations argilo-sableuse à « terre de barre » du Continental terminal. De plus, au Sud de Lokossa, il est recouvert par des alluvions récentes.

— Près de Lokossa et dans la région de Kpénou-Sé, ce niveau repose directement, ou presque, sur l'Eocène marin préalablement façonné par une érosion importante. Dans la région de Comé, les couches sous-jacentes appartiennent au Continental terminal. Dans la partie SW du plateau d'Aplahoué, on le trouve au-dessus du Maestrichtien argileux et sableux.

— Un niveau à galets et graviers de quartz roulés est encore visible le long de la vallée du réseau Ouémé-Sô-Zou, à Zinvié, à Kpomé, entre Adjohon et Bonou. Là encore, il pénètre sous des formations du Continental terminal.

— On trouve enfin d'autres niveaux analogues à proximité de la bordure méridionale de la dépression de la Lama, par exemple, d'Est en Ouest : à Pobé sur la pente du plateau près de la gare, dans la carrière située entre Agon et Séhoué, dans les puits d'Afagnan Gbléta, dans les puits de recherche de la région d'Akoumapé.

Cette localisation des gisements à galets roulés en bordure des dépressions actuelles peut faire croire qu'ils sont la trace de dépôts laissés par les cours d'eau responsables de ces dépressions, dépôts qui auraient été ensuite recouverts en partie par les produits de ruissellement provenant des hauteurs voisines.

Une telle interprétation est possible, mais je ne la choisis pas, au moins pour le moment. En effet, les formations sablo-argileuses continentales qui surmontent les graviers et galets roulés dans la région de Lokossa, ne diffèrent pas de celles de l'intérieur des plateaux; elles sont souvent consolidées à la base, ainsi que le niveau à gros éléments roulés sous-jacents. Tout cela paraît être bien en place. De même, dans la partie SE du plateau d'Allada, les sondages d'Abomey Calavi et de Godomey montrent respectivement de 12 à 26 m et de 20 à 32 m, soit au sein du Continental terminal, des formations sableuses à graviers arrondis fréquents qui correspondent vraisemblablement aux dépôts à cailloux roulés de Zinvié. A Sakété, le niveau à graviers roulés du marigot Yanssa se retrouve dans le puits de la poste. Enfin, à l'extrême Ouest du bassin, près de Ségbé, le Continental terminal commence par un niveau contenant des graviers roulés.

Ces divers exemples permettent de penser que ces formations grossières roulées appartiennent bien au Continental terminal, correspondant à une phase de sédimentation grossière de la partie supérieure. Les graviers et galets de quartz roulés, qui proviennent probablement de

l'érosion de niveaux comparables plus anciens du Nord Dahomey comme ceux que l'on peut voir dans la région de Kandi à l'heure actuelle, auraient été distribuées en nappes discontinues souvent situées à proximité de l'emplacement des dépressions actuelles. Il y aurait donc eu une certaine coïncidence entre le tracé des cours d'eau ayant déposé ces formations et celui des rivières ayant contribué à les remettre partiellement à jour. Au cours de cette dernière phase, des remaniements ont pu intervenir, contribuant à accroître l'importance de certains gisements.

b) Conclusion

Le Continental terminal permet donc de distinguer un terme inférieur fin, et un terme supérieur plus grossier qui comprend notamment un niveau discontinu à graviers et galets de quartz roulés. Ce dernier niveau est situé à la base d'une formation sablo-argileuse discordante sur les niveaux sous-jacents.

C. — FORMATIONS LITTORALES ET ALLUVIONNAIRES

Les formations récentes comprennent les alluvions et une partie au moins des formations littorales. Ces deux ensembles sont difficiles à délimiter dans la partie méridionale du bassin où ils s'interpénètrent; l'étude qui suit les sépare par commodité mais cette séparation est en partie artificielle.

1. — Formations littorales

Les formations littorales du Dahomey ont été étudiées en 1958 par L. HÉBRARD, Prospecteur du Service de Géologie et de Prospection minière, pour la recherche des minéraux lourds dans les formations superficielles. Il a distingué, en affleurement, quatre zones principales :

- Immédiatement au Nord de la plage actuelle, une zone de sable orangé d'anciennes plages.
- Au-delà, une zone marécageuse et lagunaire avec des vases et des sables vaseux noirs.
- D'anciennes plages de sable blanc.
- Dans la partie nord de la bande littorale, une zone sableuse, légèrement argileuse jaune.

Les photographies aériennes lui ont permis de distinguer les directions des anciens cordons littoraux; elles sont généralement parallèles à la côte actuelle, sauf dans la région située au Nord de la route Cotonou-Porto Novo où elles s'inclinent suivant des lignes SW-NE et même parfois S-N.

Mais les formations littorales ont été explorées plus profondément dans les régions de Grand Popo, Guézin, Ahozon, Cotonou, par une série de sondages.

a) Sondages de Grand Popo

Cinq sondages ont été exécutés en 1956 près de Grand Popo en vue de l'installation éventuelle d'un port. Ces sondages ont été surveillés par J. MARCHAND qui en a établi les coupes sur place. J'ai pu ensuite revoir les échantillons plus longuement à Dakar.

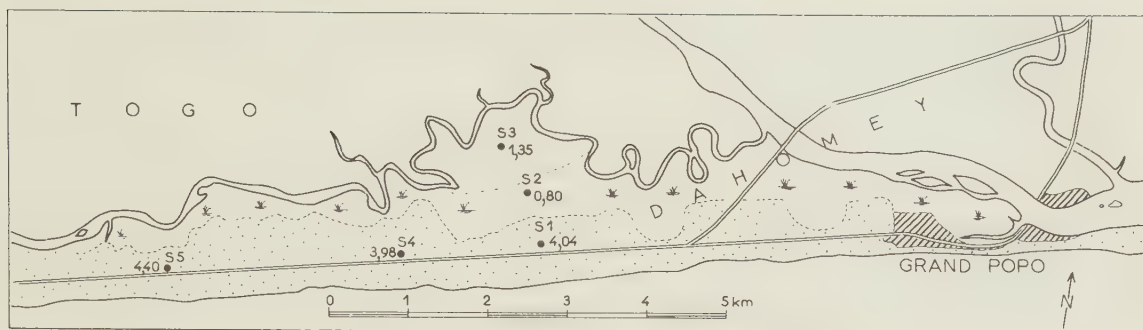


FIG. 73. — Situation des sondages de Grand Popo

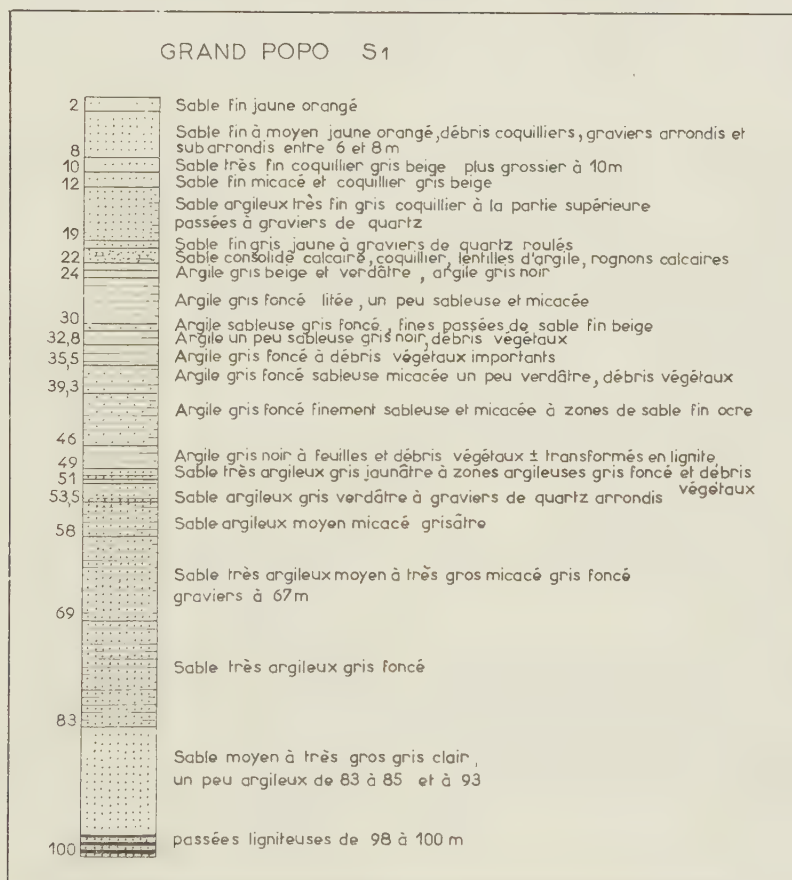


FIG. 74. — Sondages n° 1 de Grand Popo

Le sondage n° 1, le plus intéressant à cause de sa profondeur a montré la succession représenté à la figure 74. On peut la fractionner en trois parties :

— De 0 à 22 m, on trouve surtout du sable fin, souvent coquillier. A 7 m, un Oursin intact a pu être remonté : *Rotula augusti* KLEIN; c'est une espèce actuelle, peut être apparue au Miocène. A 13 m, la microfaune est abondante :

Globigerinoïdes rubra d'ORBIGNY, *Rotalia beccarii* et var., *Eponides aff. lateralis*

TERQUEM, *Globigerina inflata* d'ORBIGNY, *Nonion granosum* d'ORBIGNY, *Nonion commune* d'ORBIGNY, *Quinqueloculina* sp., *Textularia* cf. *sagittula*, *Bosquetina* cf. *pectinata*, *Cytherella* sp., *Leguminocythereis* sp.

Pour M. LYS, auteur des déterminations, cette microfaune indique un âge Pliocène-Actuel que semblent confirmer les nombreux débris coquilliers en excellent état de conservation.

Entre 20 et 22 m, apparaît un niveau sableux plus grossier, d'aspect particulier, gris jaunâtre, partiellement consolidé, calcaire, légèrement phosphaté, à débris de coquilles, d'empreintes et de moules internes, à lentilles d'argile et rognons de calcaire. La microfaune est mal conservée et pauvre :

Eponides procera BRADY, *Globigerinoïdes rubra* d'ORBIGNY, *Rotalia beccarii* et var., *Textularia* sp., *Quinqueloculina* sp., *Cytheropteron* sp.

Pour M. LYS, cette microfaune évoque encore un âge Pliocène Actuel. Cependant l'état de fossilisation de la faune suggère que ce niveau soit nettement plus ancien que le précédent.

— De 22 à 49 m, l'argile domine, plus ou moins sableuse et micacée. A 23 m, la microfaune donne une indication d'âge analogue aux précédentes :

Globigerinoïdes rubra d'ORBIGNY, *Rotalia beccarii*, *Discopulvinulina bertheloti* d'ORBIGNY, *Vrocythereis* sp.

Plus bas, les débris végétaux sont fréquents; ils n'ont que rarement atteint le stade de lignite, sauf entre 46 et 49 m où la transformation est plus poussée. A 35,5 m, l'accumulation de feuilles est particulièrement importante; elle surmonte une argile sableuse micacée.

— De 49 à 100 m, le sable domine à nouveau, le grain est varié, souvent très gros. Plusieurs passées de lignite ont été traversées entre 98 et 100 m.

Le faciès de ces sables, la présence de lignite comme dans le sondage de Porto-Novo, permettent de penser qu'ils appartiennent au Continental terminal des plateaux.

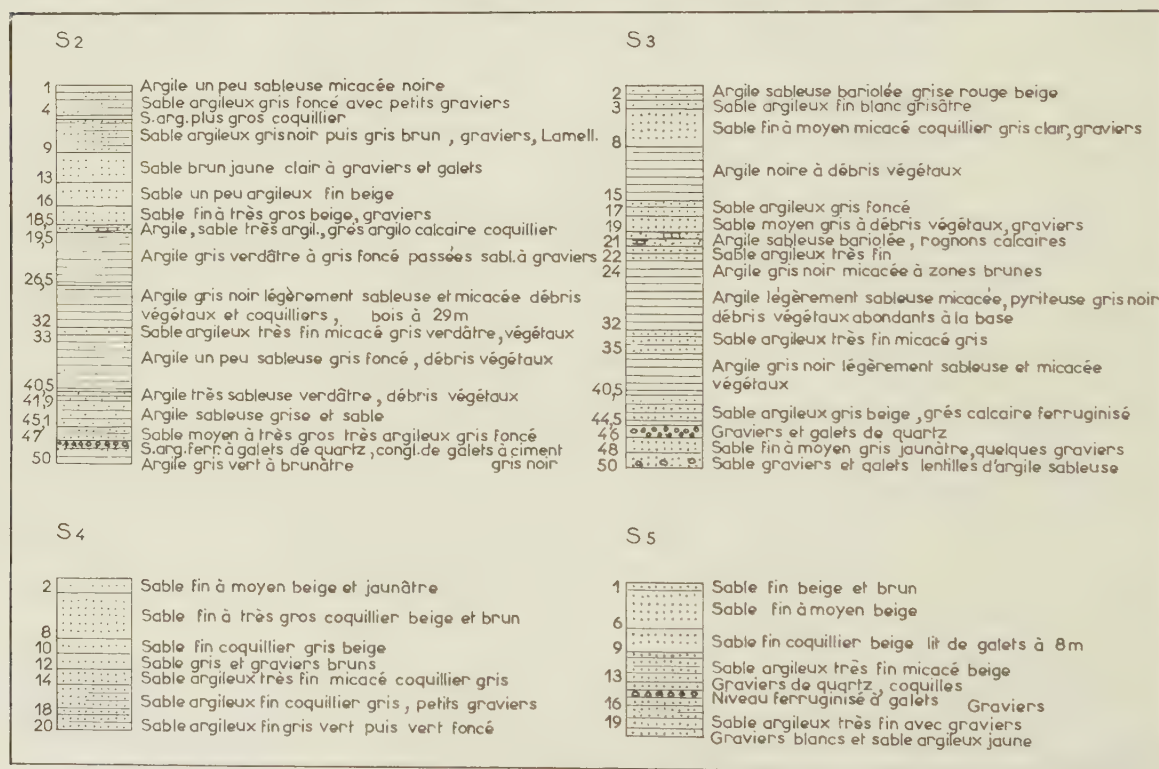


FIG. 75. — Sondages de Grand Popo

Les sondages S2 et S3 (fig. 75), moins profonds, traversent des formations analogues à celles de la moitié supérieure du sondage S1. On retrouve à 18,5 m à S2 et à 20 m à S3, le niveau plus ou moins gréseux à rognons calcaires. De même, on remarque un niveau à débris végétaux très abondants, bois et feuilles, à 29 m à S2 et à 30 m à S3, surmontant un niveau sablo-argileux très micacé.

Ces deux sondages montrent de plus, et respectivement à 47 et 45 m, un niveau à graviers et galets de quartz qui correspond au sommet de la série sableuse inférieure du sondage S1. Ce niveau montre à la base, à S2, une consolidation en un conglomérat à ciment ferrugineux qui surmonte un grès ferrugineux moyen. Une telle succession évoque immédiatement le niveau à graviers et galets de quartz roulés de la partie supérieure du Continental terminal, de faciès identique.

On rencontre encore un niveau analogue dans le sondage S5, mais à 15 m de profondeur, soit nettement plus haut que dans les sondages précédents. S'il s'agit encore du même niveau, on peut en déduire qu'il remonte en direction de l'Ouest avec une pente d'environ 7 millièmes. Ce niveau est surmonté ici par une couche fossilifère qui ne renferme que des formes actuelles parmi lesquelles on reconnaît *Oliva anotata* MARRAT et *Macra nitida* SPENGLER.

Ainsi, les formations traversées à Grand Popo semblent appartenir en bonne part au Continental terminal des plateaux ou à une évolution latérale marine ou lagunaire de ces formations. La faune recueillie dans les niveaux supérieurs indique simplement qu'ils sont post-miocènes et ne permettent pas de donner de précisions sur l'âge du Continental terminal.

Enfin, on peut encore signaler à propos de la région de Grand Popo que les pêcheurs indiquent l'existence d'un banc rocheux dans le lit du Mono, à 300 m environ en amont de l'ancien bac. On retrouverait ce banc en mer, parallèlement au rivage, à l'Ouest de Grand Popo, notamment dans la région d'Agoué et en direction de Lomé.

Mais les renseignements fournis sont peu précis et ces bancs sont peu accessibles; je n'ai pu recueillir que de mauvais échantillons de sable induré dans le fond du lits du Mono.

b) *Sondage de Guézin*

Ce sondage est situé au bord de la route bitumée Cotonou-Lomé et du lac Ahémé (1° 57', 6° 23'); l'altitude est d'environ 2 m.

La coupe du sondage est la suivante :

- 0- 3 m : Remblai à graviers et galets de quartz;
- 3- 5 m : Argile finement sableuse à débris coquilliers très abondants;
- 5- 7 m : Niveau à petites coquilles (Lamellibranches surtout);
- 7-22 m : Sable argileux très fin puis argile sableuse gris noir, très coquilliers;
- 22-30 m : Sable argileux très fin gris brunâtre puis gris foncé, peu coquillier;
- 30-31 m : Sable très fin à fin gris beige;
- 31-32 m : Argile finement sableuse gris foncé;
- 32-35 m : Sable surtout très fin gris beige;
- 35-38 m : Sable argileux très fin, argile sableuse gris foncé, rares débris de plantes;
- 38-39 m : Sable très fin gris beige;
- 39-40 m : Sable argileux à grain varié, débris végétaux plus ou moins ligniteux, un morceau altéré de noix de palme;
- 40-42 m : Sable très fin argileux gris beige;
- 42-44 m : Argile sableuse gris foncé très coquillière;
- 44-47 m : Sable fin à moyen coquillier gris beige plus ou moins consolidé;
- 47-58 m : Sable fin à très gros gris et blanchâtre, passée à petits graviers;
- 58-60 m : Graviers de quartz souvent arrondis.

Les niveaux coquilliers présentent généralement des tests fortement altérés; mais à 44 m,

un Gastéropode en meilleur état a pu être déterminé comme : *Tympanotonus fuscatus* LINNÉ; c'est une espèce quaternaire et actuelle vivant dans les eaux saumâtres des embouchures et des lagunes.

Ces formations sont donc probablement récentes et ont été déposées à l'embouchure du Couffo dont le lac Ahémé est la trace. L'évolution des faciès montre qu'au régime assez turbulent qui a présidé à la mise en place des dépôts grossiers du fond, ont succédé des conditions beaucoup plus calmes analogues à celles qui existent actuellement.

c) Sondages d'Ahozon

La résolution du problème de l'alimentation en eau de l'usine d'huile de palme d'Ahozon a donné lieu à l'exécution de trois petits sondages de reconnaissance dont les emplacements sont indiqués à la figure 76.

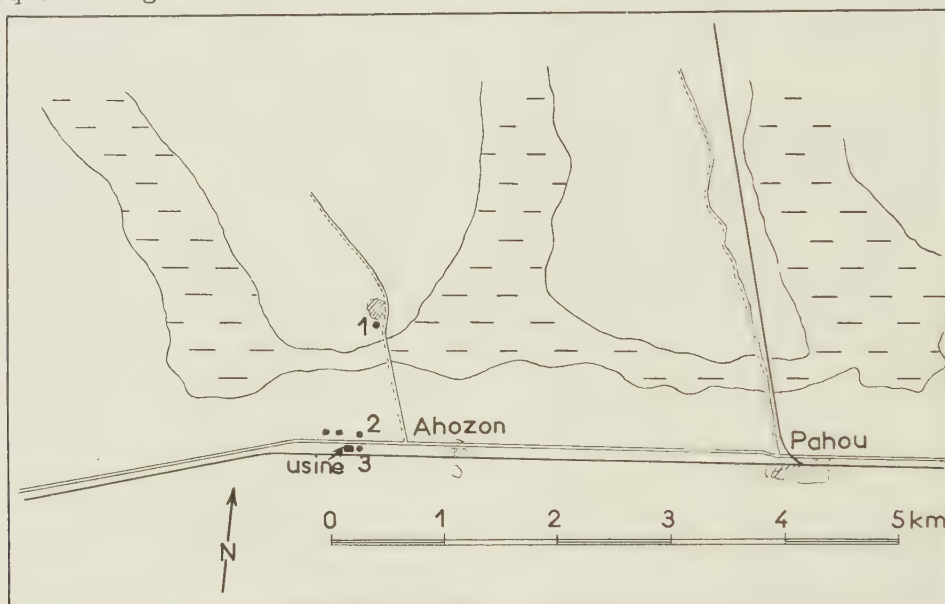


FIG. 76. — Position des sondages d'Ahozon

Le sondage n° 2 a été transformé en forage d'exploitation. C'est la coupe de ce dernier qui est représentée en S2 à la figure 77.

Le sondage S1 est situé à l'extrême sud du plateau d'Allada et traverse des formations du Continental terminal couronnées par deux mètres environ de « terre de barre ».

Le sondage S2 traverse d'abord des sables appartenant à un ancien cordon littoral; l'épaisseur de ces sables, difficile à déterminer avec précision faute de limite inférieure nette, ne dépasse pas quelques mètres. Viennent ensuite des niveaux sableux sablo-argileux, gréseux qui appartiennent au Continental terminal.

Le sondage S3 traverse également d'abord des sables récents du cordon littoral précédent; ils ont vraisemblablement ici une dizaine de mètres d'épaisseur. On retrouve ensuite les faciès caractéristiques du Continental terminal; mais tout à fait à la base, apparaissent des niveaux argileux gris, jaunes et enfin noirs et d'aspect vaseux analogues à ceux des sondages de Grand Popo, de Godomey et d'Abomey-Calavi. L'apparition de faciès lagunaires dans le Continental terminal à l'extrême sud du bassin, se confirme donc. La recherche de la microfaune dans ces niveaux argileux de la base n'a pas abouti.

Sondages d' AHOZON

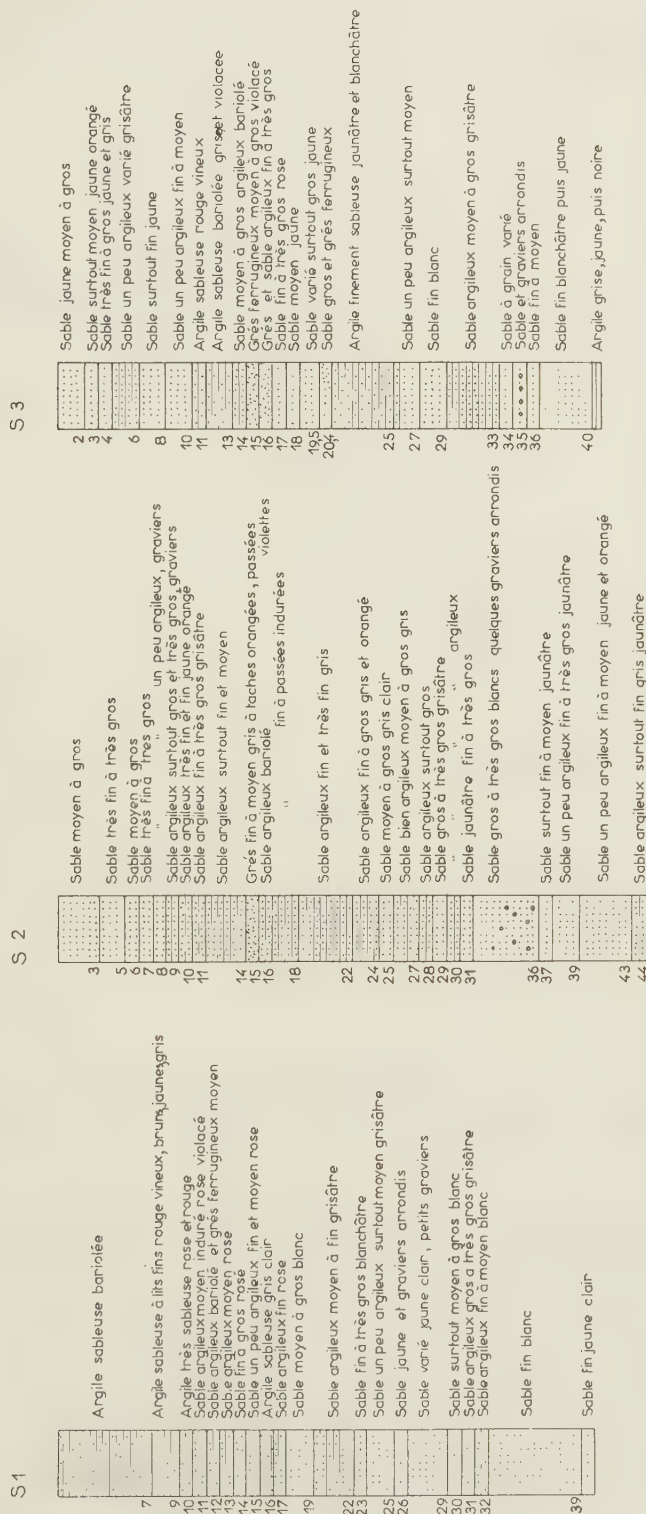


FIG. 77

Les sondages n'ont pas été nivelés avec précision. L'altitude de S1 est de l'ordre de 10 m, celle des deux autres sondages est inférieure. Les sondages S2 et S3, distants de 150 m, traversent des niveaux communs : grès violacé situé entre 14 et 15 m, niveau à graviers roulés situé vers 35 m. La corrélation avec S1 est moins aisée.

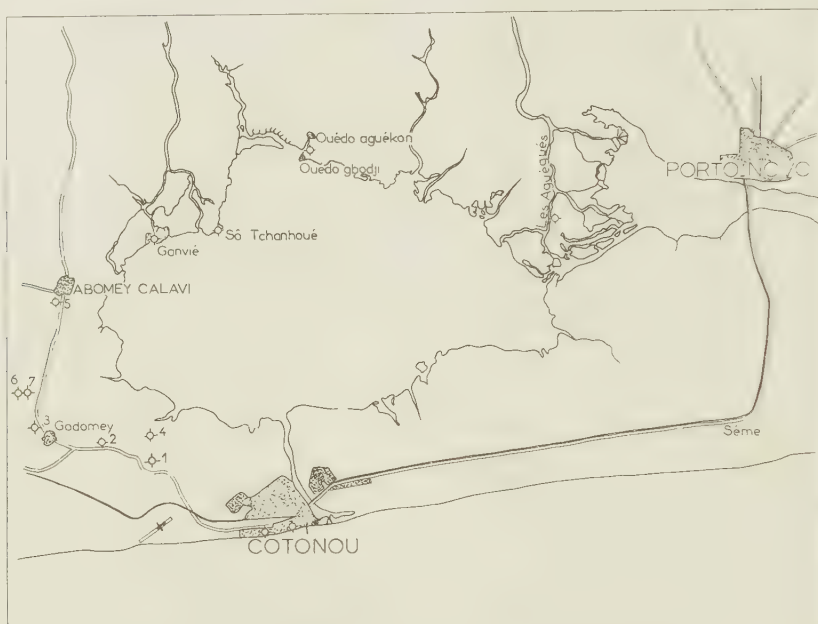


FIG. 78. — Situation des sondages de la région de Cotonou

En résumé, dans la région d'Ahozon, le Continental terminal, qui affleure au Nord de la lagune, s'enfonce au Sud de celle-ci sous les sables quaternaires d'un ancien cordon littoral.

Le sondage le plus méridional marque l'apparition, en profondeur, de faciès lagunaires.

d) *Sondages de Cotonou*

La région de Cotonou a été explorée par plusieurs sondages. Une première série de 7 sondages a été exécutée pour la recherche d'un point d'eau à fort débit pour Cotonou. Les sondages 5, 6 et 7 ont été décrits précédemment à propos du plateau d'Allada (fig. 70); les sondages 1, 2 et 3 sont représentés à la figure 79.

Le sondage 3 traverse des niveaux appartenant au Continental terminal du plateau d'Allada. Par contre, les sondages 1, 2 et 4 (la coupe du sondage 4 est assez peu différente de celle du sondage 2) traversent uniquement des sables de plage et des formations lagunaires. Cette variation brusque s'explique aisément si l'on remarque que les sondages 1, 2 et 4 sont situés dans le prolongement de la grande vallée de l'Ouémé, et on en déduit que le bord occidental du grand estuaire qui déversait les eaux de l'Ouémé directement dans la mer, se situait autrefois entre S2 et S3. Cet estuaire a été remblayé ensuite lorsque le régime du fleuve s'est modifié. Les sondages électriques de 1948 corroborent cette interprétation.

Ainsi, la région de Cotonou montre qu'il existe deux catégories de formations argilo-sableuses grises ou noires dont, par comparaison avec les dépôts des lagunes actuelles, l'origine lagunaire est probable.

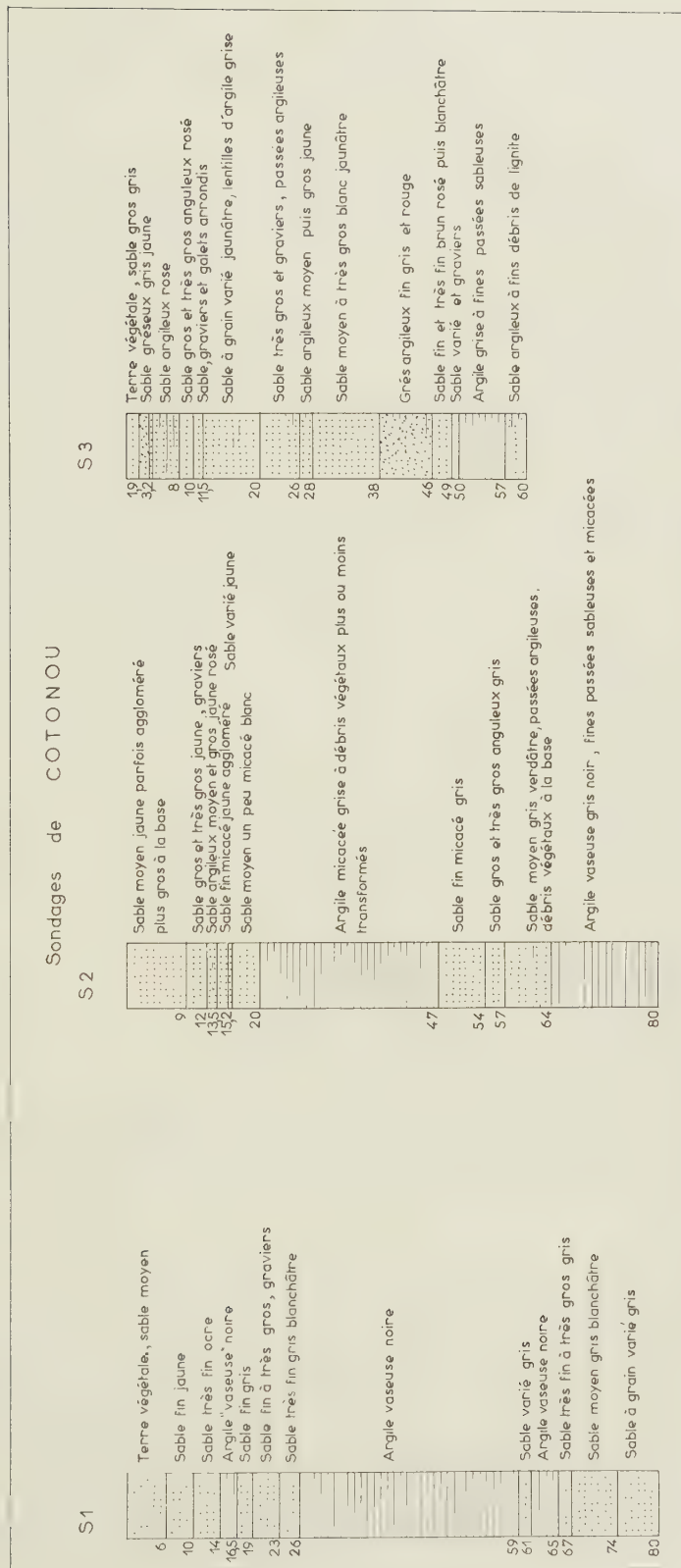


FIG. 79.

- La première catégorie, qui a été atteinte par exemple par le sondage 5 d'Abomey-Calavi, est une évolution latérale de certains niveaux du Continental terminal, dans le Sud du bassin.
- La seconde catégorie est beaucoup plus récente et fait partie du remplissage des vallées dans le Continental terminal, comme la vallée de l'Ouémé ou celle du Couffo. Les niveaux traversés par le sondage de Guézin par exemple appartiennent probablement à cette seconde catégorie, de même que ceux que traversent les sondages 1, 2 et 4 de Cotonou.

En profondeur, sur le bord des vallées par exemple, ces formations à faciès comparable, se superposent vraisemblablement parfois. Il paraît difficile de les distinguer.

En 1958, dans le cadre de la mise en œuvre du port de Cotonou, plusieurs sondages de faible profondeur ont été foncés sur la plage et même en mer. On peut citer, à titre documentaire, les deux sondages exécutés sur la plage, à l'origine des jetées ouest et est du futur port. Les coupes sont dues à l'entreprise S. A. S. I. F. :

Sondage Ouest :

- 0 - 7 m : Sable jaunâtre moyen, quelques débris coquilliers et rares minéraux noirs;
- 7 - 8,5 m : Sable plus fin et plus brun.
- 8,5-13,5 m : Sable très fin brun noir argileux avec nombreux débris coquilliers;
- 13,5-17,2 m : Vase un peu sableuse, noire à débris coquilliers;
- 17,2-18,5 m : Sable très fin gris clair argileux;
- 18,5-19,1 m : Sable blanc grisâtre, petits graviers;
- 19,1-24 m : Sable blanc grisâtre moyen;
- 24 -25 m : Sable analogue avec petits graviers;
- 25 -26 m : Sable gros blanc grisâtre;
- 26 -30,25 m : Sable fin blanc grisâtre.

Sondage Est :

- 0 - 5 m : Sable jaunâtre moyen, débris coquilliers;
- 5 - 8 m : Sable plus fin, plus brun;
- 8 -12 m : Sable très fin brun noir;
- 12 -13 m : Sable analogue avec nombreux débris coquilliers;
- 13 -16 m : Sable très fin vaseux brun noir;
- 16 -17 m : Vase sableuse noire;
- 17 -21 m : Vase noire consolidée;
- 21 -25 m : Vase noire à débris végétaux et grès noir;
- 25 -26 m : Sable et graviers argileux;
- 26 -27 m : Sable fin blanc grisâtre;
- 27 -28 m : Sable gros blanc grisâtre et petits graviers.

Ces sondages traversent uniquement des formations littorales et lagunaires. On peut remarquer simplement que les faciès vaseux sont plus abondant à l'Est qu'à l'Ouest.

e) Conclusion

Dans le cadre de cette étude, les descriptions concernant la zone littorale ont été surtout citées à titre documentaire. On peut toutefois remarquer :

— Dans le prolongement des cours d'eau, à Guézin, dans la région de Cotonou, le Continental terminal a été largement déblayé avant la mise en place des formations littorales qui sont récentes sur une épaisseur importante.

— Mais en d'autres endroits, à l'Ouest de Grand Popo et à Ahozon par exemple, les formations littorales ne sont récentes que dans les niveaux supérieurs. Plus bas, les niveaux traversés par les sondages sont à rattacher au Continental terminal.

— Les formations littorales renferment des niveaux sableux qui peuvent présenter un intérêt hydrogéologique.

1. — Formations alluvionnaires

Le rôle des formations alluvionnaires est également restreint dans le cadre de cette étude. Il est cependant difficile de ne pas en faire mention car elles ont donné lieu à d'importantes recherches au cours de ces dernières années.

a) Niveaux superficiels

L'importante vallée correspondant aux cours d'eau Ouémé, Sô, Zou, a été largement explorée par la Mission d'étude de l'Ouémé chargée de la mise en valeur de cette zone alluvionnaire.

Les études de sol ont été surtout menées par des pédologues, mais j'ai eu l'occasion d'y contribuer, en particulier au début, en relevant une quarantaine de profils après prélèvements à la tarière. Voici une coupe un peu plus importante relevée sur la berge de l'Ouémé, à Kodé, soit à environ 3 km en amont d'Adjohon :

- 0 -0 m : Terre humifère sablo-limono-argileuse gris brun;
- 0,25-0,75 m : Horizon limoneux à sable fin jaune;
- 0,75-1,30 m : Argile gris brun;
- 1,30-1,40 m : Sable et limon;
- 1,40-3,40 m : Argile gris brun;
- 3,40-3,80 m : Argile sableuse grise;
- 3,80-5,50 m : Sable gros à très gros argileux bariolé blanc, gris, orangé.

En amont de cette région, près d'Affamé, Noël LENEUF, pédologue de l'O. R. S. T. O. M., a trouvé dans les alluvions situées entre la Sô et l'Ouémé, à quelques mètres de profondeur, des débris végétaux (noix de palme, troncs de palmiers) imprégnés de chlorure de sodium, et il a émis l'hypothèse d'un glofe marin récent ayant pénétré profondément dans la vallée de l'Ouémé.

b) Sondages

Sondages de la vallée de l'Ouémé

Les sondages les plus importants ont intéressé la vallée de l'Ouémé. Ils sont représentés schématiquement à la figure 80. Cependant, de façon à mieux préciser les faciès, voici une coupe plus détaillée du sondage de Ganvié. Cette coupe, ainsi que celle de Sô Tchanhoué d'ailleurs, a été relevée par J. MARCHAND sur place et je l'ai complétée au laboratoire par la suite.

- 0- 1 m : Vase noire;
- 1- 9 m : Argile vaseuse gris noir, coquillages à 3,4 et de 4 à 8 m, débris végétaux et ligniteux à 9 m;
- 9- 11 m : Sable argileux fin gris à zones vaseuses noires, petites zones jaunes, débris végétaux à 10 m;
- 11- 12 m : Argile sableuse gris verdâtre à zones noires;
- 12- 20 m : Argile sableuse gris foncé à gris verdâtre à zones jaunes; quelques graviers de latérite à 13 et 14 m;
- 20- 21 m : Argile sableuse et sable très argileux très fin micacé, gris vert et gris noir;
- 21- 25 m : Argile sableuse vaseuse noire, zones jaunes, débris végétaux à 21 et 24 m;
- 25- 30 m : Sable argileux très fin, très micacé, gris à zones d'argile vaseuse noire; débris végétaux abondants de 26 à 30 m;

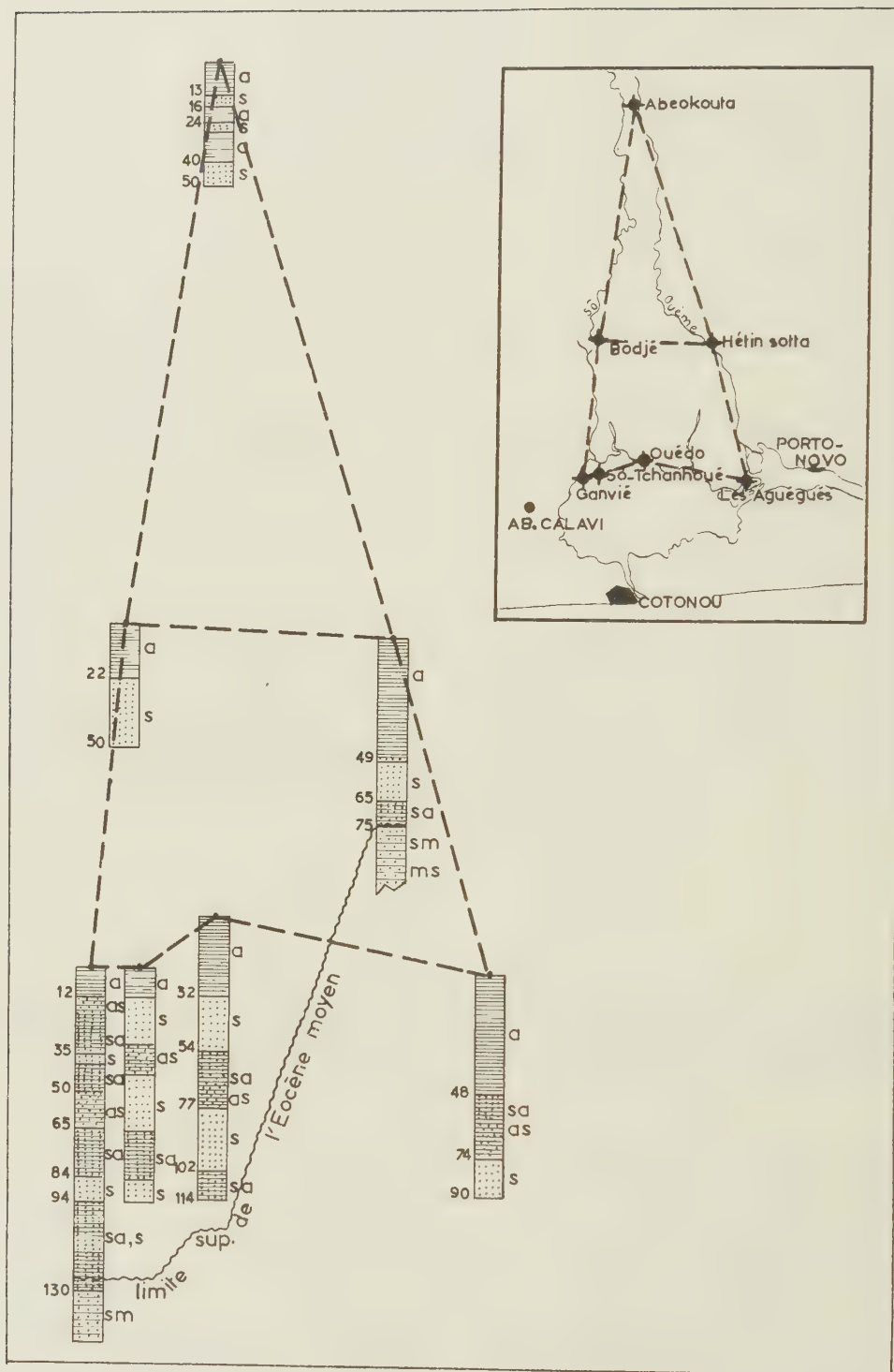


FIG. 80. — Sondages de la vallée de l'Ouémé

- 30- 35 m : Sable argileux très fin, très micacé, gris vert;
- 35- 39 m : Gravier sub-arrondis de quartz, quartz laiteux, gneiss;
- 39- 46 m : Sable argileux très fin micacé gris verdâtre à zones brunes;
- 46- 54 m : Sable argileux grossier gris-noir, micacé, graviers très abondants;
- 54- 58 m : Sable argileux très fin micacé, gris verdâtre;
- 58- 65 m : Argile sableuse vaseuse noire à graviers blancs, débris végétaux;
- 65- 69 m : Sable argileux très fin gris vert;
- 69- 70 m : Sable moyen à très gros gris clair, quelques gros graviers blancs;
- 70- 76 m : Sable argileux assez grossier et argile vaseuse noire à gris verdâtre, petits graviers, débris végétaux à 76 m;
- 76- 80 m : Sable moyen à très gros, très argileux gris foncé, graviers et débris végétaux à la base;
- 80- 83 m : Sable fin à moyen très argileux gris;
- 83- 84 m : Sable argileux gris à zones ocre jaune;
- 84- 94 m : Sable moyen à très gros blanc, anguleux à sub-anguleux, graviers;
- 94- 95 m : Sable argileux blanc gris;
- 95- 96 m : Sable argileux gris foncé à graviers de quartz dont certains sont ferrugineux;
- 96- 97 m : Sable fin gris clair à graviers arrondis;
- 97- 99 m : Sable argileux gris, pyrite et mica blanc, graviers arrondis et ferrugineux à 98 m;
- 99-100 m : Sable un peu argileux avec graviers arrondis;
- 100-103 m : Sable fin à moyen gris blanc, graviers abondants dont certains sont ferrugineux;
- 103-108 m : Sable argileux gris, quelques débris végétaux;
- 108-115 m : Sable fin à gros, quelques graviers, passées argileuses;
- 115-118 m : Sable très argileux noir à lignite;
- 118-125 m : Sable très argileux, très fin, gris vert foncé puis gris noir;
- 125-131 m : Sable très argileux et marneux très fin gris foncé un peu verdâtre;
- 131-150 m : Sable marneux très fin gris verdâtre foncé à petites zones blanches, passées gréseuses.

La calcimétrie des cuttings de ce sondage montre une augmentation brusque de la teneur en carbonates à partir de 123 et surtout 125 m de profondeur. Une microfaune marine apparaît également un peu plus bas, et entre 140 et 150 m on trouve :

Nonion cf. acutidorsatum TEN DAM, *Eponides aff. candilus* SCHWAGER, *Cibicides cf. simplex* BROTZEN, *Globorotalia cf. wilcoxensis* CUSHMAN, *Robulus sp. Leguminocythereis arachnoïdes* BERRY, *Buntonia subtriangularis*, *Buntonia alabamensis* STEPH.

On retrouve donc là le niveau à *Nonion cf. acutidorsatum* de la partie supérieure du Lutétien, rencontré dans les sondages d'Atitogon, de Bopa, de Possotomé et de Hétin sotta.

La présence d'Eocène moyen (ou supérieur ?) au fond de ce sondage fait apparaître deux problèmes : celui de la limite supérieure de cet étage, celui de la présence éventuelle de niveaux appartenant au Continental terminal.

— Pour la limite supérieure de l'Eocène moyen, seul le crochet du diagramme calcimétrique à 123 et surtout 125 m permet de constater une variation nette dans la succession des couches, et cette limite peut être fixée à cette profondeur.

— Au-dessus de l'Eocène moyen, on ne retrouve pas les faciès aux couleurs vives qui caractérisent généralement le Continental terminal; mais sa présence est tout de même possible d'une part, parce que les faciès de cet étage sont susceptibles de varier dans le Sud du bassin, d'autre part, parce que les niveaux sablo-argileux très fins qui surmontent l'Eocène moyen, la présence de lignite, évoquent les niveaux de base du Continental terminal du Dahomey.

Même si le Continental terminal existe en profondeur à cet endroit, l'épaisseur des alluvions récentes de l'Ouémé reste probablement importante, bien qu'on puisse difficilement fixer leur limite inférieure.

On peut enfin remarquer que le sondage de Ganvié permet de constater que le Continental terminal du SE du plateau d'Allada ne dépasse certainement pas en profondeur la cote — 125 m.

Le sondage d'Hétin scotta, décrit précédemment (fig. 22), atteint également l'Eocène moyen vers 75 m de profondeur, de sorte que l'on peut avoir une bonne idée du toit de cet étage dans la basse vallée de l'Ouémé, comme l'indique la figure 80. Le Continental terminal semble être plus certainement absent ici.

Les sables situés entre 49 et 65 m sont salés; l'eau de ce niveau contient 8 g de ClNa par litre. Cette eau est en charge et peut jaillir à environ 1 m au-dessus du niveau de l'Ouémé. ainsi que l'ont montré des essais en cours de forage. La minéralisation n'est donc pas due à la mer ou aux lagunes actuelles; elle est plutôt résiduelle et témoigne d'une ancienne incursion de la mer dans cette région. On rejoint ici les remarques faites par N. LENEUF à propos de puits situés plus au Nord (p. 224).

La figure 80, qui reproduit les principaux faciès traversés par les sondages, montre bien les nombreuses variations latérales qui caractérisent des dépôts alluvionnaires.

Autres sondages

D'autres sondages, moins profonds, ont été foncés dans la partie SW du Dahomey, au bord du Mono ou de la rivière Sazué. Ils étaient généralement liés à la construction d'ouvrages d'art. Seul le sondage d'Athiémé, auquel j'ai assisté, m'a permis de relever une coupe précise. Ce sondage était situé sur la rive gauche et à proximité immédiate des basses eaux du fleuve. La succession traversée est la suivante :

- 0 - 2 m : Gravier de quartz, un galet de calcaire coquillier;
- 2 - 3,7 m : Sable moyen brunâtre;
- 3,7- 8,6 m : Argile noire légèrement micacée;
- 8,6-10 m : Argile noire à débris de bois;
- 10 -12,5 m : Argile sableuse gris bleu;
- 12,5-14 m : Argile jaune;
- 14 -15 m : Sable argileux moyen gris bleuâtre;
- 15 -18,4 m : Sable moyen gris, quelques graviers arrondis;
- 18,4-23,5 m : Argile grise;
- 23,5-24,5 m : Argile très sableuse gris à brun.

On peut encore signaler deux anciens sondages d'Adjaha, au bord de la rivière Sazué, qui, forés en 1932, ont rencontré vers 25 m de profondeur, des dégagements gazeux abondants. Ce gaz inflammable se dégage encore à l'emplacement des sondages pourtant rebouchés par effondrements. Une analyse faite en 1952 à l'Institut Français du Pétrole, a donné les résultats suivants :

CH₄ : 35 %
CO₂ : 30 %
O : 1 %
N : 34 %

Une analyse faite en 1948 indiquait par contre 75 % de méthane et un peu d'éthane et de propane. Il s'agit vraisemblablement de gaz des marais; mais les mesures sismiques ayant semblé indiquer une petite faille à cet endroit, une origine plus profonde est possible.

c) Conclusion

Les sondages venant d'être cités révèlent des épaisseurs considérables de formations alluvionnaires qui témoignent de variations assez importantes du niveau relatif de la mer ayant permis d'abord une érosion intense, puis un remblayage considérable.

D. — *CONCLUSIONS*

1. — *Echelle stratigraphique du bassin*

L'étude stratigraphique précédente a permis de distinguer un certain nombre d'étages et de divisions qu'il convient maintenant de grouper en une échelle stratigraphique, telle qu'elle apparaît actuellement :

Récent;
Continental terminal;
Eocène moyen : Lutétien;
Eocène inférieur : Yprésien;
Paléocène supérieur;
Paléocène inférieur;
Crétacé supérieur : Maestrichtien.

Les principaux critères ayant permis d'établir ces divisions peuvent être résumés comme ci-dessous :

a) *Récent*

Les formations récentes comprennent les formations littorales et les formations alluvionnaires qui, d'ailleurs, s'interpénètrent dans la partie sud du bassin. Certains niveaux profonds sont cependant plus anciens.

b) *Continental terminal*

Le Continental terminal est compris entre le Récent et l'Eocène moyen. Il n'a pu encore être daté de façon plus précise et des techniques supplémentaires devront être employées pour le faire. On peut distinguer pour le moment un terme supérieur grossier discordant sur un terme inférieur fin, nettement plus ancien semble-t-il.

c) *Eocène moyen*

Le Lutétien est bien daté par une faune de Lamellibranches et de dents de Poissons. Certains Lamellibranches conduisent à croire à la présence de Lutétien supérieur.

d) *Eocène inférieur*

L'Yprésien est surtout défini par sa position entre le Lutétien et le Paléocène, la faune qu'il renferme n'étant pas caractéristique. Cet étage peut être toutefois caractérisé par les faciès de sa moitié supérieure qui comprennent des argiles et marnes finement feuilletées, des niveaux calcaires phosphatés et glauconieux.

e) *Paléocène supérieur*

Le Paléocène supérieur est essentiellement caractérisé par sa microfaune à *Globorotalia*, bien connue dans de nombreux autres bassins.

f) *Paléocène inférieur*

Ce sous-étage est la zone de passage du Crétacé au Tertiaire. Il comporte à la partie supérieure un calcaire zoogène à macrofaune très abondante et bien paléocène. Plus bas, la faune est peu caractéristique. La présence de faune paléocène à la partie supérieure et l'absence de formes crétacées, m'ont conduit à rattacher ces niveaux au Tertiaire, d'où le terme de Paléocène inférieur.

g) *Crétacé supérieur*

Le Maestrichtien est bien défini par ses Lamellibranches, ses Ammonites, ses Rugoglobigérines.

Toutefois, la base de la formation, azoïque, pourrait être plus ancienne.

2. — Esquisse structurale

Il n'est envisagé ici que l'aspect structural actuel des couches géologiques; les mécanismes qui ont permis d'aboutir à cet aspect sont évoqués dans la quatrième partie.

a) *Pendages*

Les pendages n'ont pu être évalué que dans les dépôts marins du Crétacé et de l'Eocène. La carte géologique indique leurs directions : elles varient du SE au S, de l'Ouest à l'Est du bassin. Les valeurs du pendage restent faibles et ne dépassent qu'assez rarement 1 %. Cependant aucune mesure n'a encore été faite dans la partie la plus profonde du bassin et peut être les couches y sont elles plus inclinées.

b) *Failles*

Faute d'affleurements, les failles sont difficilement visibles et seuls des travaux de prospection détaillée ont permis de découvrir celles que l'on connaît actuellement. Il est donc possible que d'autres accidents puissent être décelés ultérieurement.

Faille de Lokossa

Cette faille a été mise en évidence lors des recherches de phosphate dans la région de Lokossa. Son rejet est d'environ 100 m à cet endroit, sa direction est voisine du SSW et elle abaisse le compartiment ouest. A Lokossa, la faille est inclinée d'environ 30° vers le Nord.

Cette faille se prolonge vraisemblablement jusque dans la région de Koulikamé, sur le plateau d'Aplahoué. Les photographies aériennes confirment ce prolongement car le tracé supposé de la faille suit constamment le bord oriental d'un thalweg qui entaille le plateau. Toutefois, je n'ai pu localiser de prolongement à la faille dans les terrains cristallins situés au Nord du bassin.

Vers le Sud, le prolongement de la faille n'est pas visible. Si cette faille est la seule de la région, elle s'infléchit vers le Sud pour laisser les sondages d'Afagnagan et d'Atitogon sur son bord occidental.

Faille de Séhoué (ou de Kpomé)

Cette faille a été également découverte au cours des recherches de phosphate dans la région Kpomé-Séhoué. Elle est sensiblement parallèle à la précédente, mais abaisse le compartiment E; son rejet est d'environ 90 m près de Kpomé; son inclinaison n'est pas connue.

Le prolongement de cette faille est bien visible vers le NNE sur les photographies aériennes, au S, à l'E et au NE de Zagnanado. Sa présence dans cette région est de plus confirmée, d'une part, par la proximité inhabituelle de niveaux calcaires (calcaire d'Arhlan) et d'affleurement du socle, d'autre part, par l'épaisseur du Maestrichtien à Kétou, plus importante que ne le laisserait prévoir la proximité de la bordure du bassin.

Vers le Sud, le prolongement de la faille n'a pu être reconnu. La microfaune du fond du sondage d'Allada laisse supposer que la faille, si elle existe, passe à l'E de l'agglomération. Plus au Sud encore, on peut supposer que la densité importante des isobathes du socle (fig. 7) à l'Ouest de Ouidah, est partiellement due à la faille.

Autres failles

La coupe structurale passant par Kétou et Pobé a conduit à envisager l'existence d'une petite faille orientée sensiblement ENE-SSW et abaissant d'une quarantaine de mètres le compartiment nord. Si l'on prolonge vers l'Ouest le tracé de cette faille supposée, on s'aperçoit qu'il passe par les régions de H'lagba dénou et d'Akiza où des petits décrochements peuvent être également envisagés. Il pourrait donc exister dans le Nord du bassin, une petite faille ENE-SSW abaissant légèrement le compartiment nord. Des preuves supplémentaires sont toutefois nécessaires pour affirmer son existence.

Dans la partie SW du Dahomey, les isobathes du socle (fig. 7) évoquent la possibilité d'une faille orientée NW-SE et abaissant le compartiment nord. De plus, les mesures sismiques ont décelé, sans toutefois le préciser, un décrochement à l'aplomb d'Adjaha.

Age des failles

Les failles de Lokossa et de Séhoué sont certainement postérieures au Lutétien et antérieures au terme supérieur grossier du Continental terminal. Leur position par rapport au terme inférieur fin de cet étage n'a pu encore être précisée sur le terrain.

En résumé, le bassin sédimentaire côtier du Dahomey présente un ensemble monoclinal faiblement incliné en direction du golfe du Bénin. Plusieurs failles postérieures au Lutétien le compartimentent.

Aucune faille n'a encore été repérée au Togo; mes investigations moins précises dans cette région en sont peut être la cause.

3. — Carte géologique au 1/200 000

Les observations et interprétations faites permettent de dessiner une carte géologique au 1/200 000 sur un fond topographique reconstitué d'après des documents divers, dont certains sont encore imprécis. Cette carte pourra être perfectionnée lorsque l'Institut Géographique National aura terminé les travaux en cours dans cette région.

a) Localisation des diverses formations géologiques

Formations récentes

Ces formations occupent normalement les vallées des cours d'eau et la bordure littorale. Toutefois, on rencontre d'autres formations récentes de moindres importance : les produits

de ruissellement en bordure des plateaux ou dans les thalwegs qui les entaillent, les placages alluvionnaires résiduels que l'on trouve par endroits dans la dépression de la Lama. Ces recouvrements sont généralement peu épais et leur rôle géologique est faible. Ils ont été négligés, d'autant qu'ils sont très difficiles à délimiter.

Continental terminal

Le Continental terminal recouvre les plateaux du Sud du Dahomey, tous ceux du Togo et une partie du plateau d'Aplahoué. Il est probable qu'il recouvre aussi une partie des plateaux d'Abomey, Zagnanado et Kétou, ainsi que semble le montrer l'étude de ces régions. Mais une incertitude persiste tout de même quant à sa présence, et à fortiori son extension, sur ces plateaux où le Continental terminal et le Crétacé supérieur ont des faciès très proches.

Éocène

L'Eocène occupe essentiellement la dépression de la Lama et une partie des vallées des divers fleuves où les limites avec les formations alluvionnaires sont extrêmement floues.

Les observations sont encore insuffisantes pour pouvoir distinguer de façon précise les deux sous-étages du Paléocène.

Crétacé supérieur

Le Maestrichtien occupe, au Dahomey, la partie nord de la dépression de la Lama et une partie des plateaux septentrionaux. Il est possible que son extension sur ces plateaux soit plus importante, notamment au Nord du plateau d'Abomey.

b) Précision du tracé des limites géologiques

Différents facteurs rendent particulièrement difficile le tracé des limites géologiques. Parmi eux, ont déjà été citées l'imprécision du fond topographique et certaines analogies de faciès. Mais l'obstacle le plus important est fourni par l'abondance des sols et de la végétation qui masquent constamment les couches géologiques.

Le plus souvent, le sous-sol ne peut être identifié que par puits ou sondages, de sorte que la précision des limites géologiques est étroitement liée à la densité des ouvrages d'exploration dont la répartition est encore inégale dans le bassin.

Il est donc certain que des puits ou sondages supplémentaires risquent d'entraîner certaines modifications aux limites figurées sur la carte jointe à cette étude.

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

Les pages précédentes ont permis de décrire, en fonction des connaissances actuelles, l'aspect stratigraphique et structural présent du bassin. Il reste maintenant à tenter de reconstituer l'histoire géologique du bassin, tout en essayant de faire franchir aux observations faites, les limites du cadre régional.

Pour ce faire, il convient de décrire au préalable certains faciès avec plus de précision; c'est le but que se propose l'étude pétrographique qui suit. Elle a donc un caractère partiel et intéresse surtout les roches dont le rôle sédimentologique est le plus important.

Cette étude intéresse successivement les roches siliceuses détritiques, les roches argileuses et marneuses, les roches phosphatées, les relations entre le phosphate et les minéraux argileux, enfin les roches calcaires.

I. — ROCHES SILICEUSES DÉTRITIQUES

Ces roches clastiques se rencontrent essentiellement au Crétacé supérieur et dans les formations du Continental terminal (les formations récentes n'étant pas étudiées).

A. — MÉTHODES D'ÉTUDE

1. — Classification utilisée

De nombreux travaux de géologie appliquée faits en liaison avec les services administratifs des Travaux Publics m'ont amené à adopter l'échelle granulométrique utilisée par leurs laboratoires, soit :

Sable très fin	Diamètre inférieur à 0,1 mm		
Sable fin	Diamètre compris entre	0,1 et	0,2 mm
Sable moyen	»	0,2 et	0,5 mm
Sable gros	»	0,5 et	1 mm
Sable très gros	»	1 et	2 mm
Gravier	»	2 et	20 mm
Caillou ou galet	»	50 et	100 mm

Cette échelle est proche de celle, largement utilisée, de WENTWORTH.

2. — Granulométrie

Les études granulométriques ont été faites au laboratoire de sédimentologie du Service de Géologie et de Prospection minière, à l'aide du Rotap et des tamis 8, 10, 14, 20, 28, 35, 48, 65, 100, 150, 200, 270, 325, de la série américaine. Les résultats ont été reportés en courbes cumulatives selon les méthodes préconisées par D. J. DOEGLAS (1946), et habituellement utilisées à Dakar, soit sur un diagramme à échelle de tailles arithmétique.

Ces courbes donnent des indications sur les conditions dynamiques du milieu de sédimentation, mais il est plus difficile d'en déduire la nature de ce milieu. On peut citer à ce sujet une phrase de DOEGLAS : « Convenons que, pour le moment, les résultats obtenus sont encore insuffisants pour pouvoir caractériser un milieu d'après la courbe granulométrique du sédiment » (1).

Les courbes cumulatives à échelle de tailles logarithmique ne semblent pas donner d'indications génétiques plus précises. Il en est de même des histogrammes, des diagrammes circulaires ou triangulaires.

Plus séduisant semblait être le diagramme génétique de L. B. ROUKHINE (2), nécessitant le calcul des quantités de grains de chaque sorte. Mais là encore, il s'agit plutôt d'un diagramme dynamique, ainsi que le fait remarquer N. M. STRAKHOV (1957), ne permettant pas de placer le matériel sableux dans un milieu « physico-géographique ».

En définitive, les courbes granulométriques ne peuvent, à elles seules, donner d'indications génétiques certaines. Mais, par les renseignements dynamiques qu'elles fournissent, elles peuvent permettre de compléter utilement des informations obtenues par d'autres voies.

3. — Morphoscopie

La forme des grains de sable a été jugée par les qualificatifs anguleux, sub-anguleux, sub-arrondis, arrondis. Il n'a pas paru utile de chiffrer les valeurs de sphéricité et d'arrondi selon le tableau de KRUMBEIN et SLOSS.

L'examen de sables de plages actuelles du Dahomey a montré que les critères quantitatifs de A. CAILLEUX (pourcentage en émoussés luisants) ne peuvent être utilisés à coup sûr ici. Cependant, il apparaît nettement que les sables marins ont des formes plus arrondies que les sables fluviatiles et on rejoint là l'opinion de J. TRICART (1958) qui préconise de dissocier la forme des grains et l'aspect de surface.

Les examens morphoscopiques ont été faits sur les grains dont la taille est voisine de 0,3 mm, ainsi que le recommande A. CAILLEUX.

(1) Communication orale de D.J. DOEGLAS, in VATAN, Cours Institut Français du Pétrole, 1954.

(2) In STRAKHOV (1957), Méthodes d'étude des roches sédimentaires.

B. — ÉCHANTILLONS DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Les échantillons examinés ont été prélevés dans le puits du « génie rural » à Kétou, dans le sondage n° 2 de Bohicon et dans le sondage de Bopa.

1. — Puits du Génie rural à Kétou

Les échantillons proviennent des profondeurs respectives 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 31, 32 et 33 m, et au delà de 34 m (position précise inconnue).

Détermination macroscopique

- N° 1 (éch. 39) : Sable très fin argileux blanc et rosé.
- N° 2 (éch. 40) : Sable très fin micacé rosé.
- N° 3 (éch. 41) : Sable argileux très fin micacé rose.
- N° 4 (éch. 43) : Sable fin rose.
- N° 5 (éch. 44) : Sable argileux fin et très fin rose violacé.
- N° 6 (éch. 45) : Sable très fin blanc.
- N° 7 (éch. 46) : Sable très fin rose saumon.
- N° 8 (éch. 47) : Sable un peu argileux très fin jaune orangé.
- N° 9 (éch. 48) : Grès sableux micacé fin blanc et brun.
- N° 10 (éch. 49) : Grès sableux moyen et gros brun.
- N° 11 (éch. 50) : Sable fin jaune d'or et ocre.
- N° 12 (éch. 51) : Grès sableux fin à moyen violet.

Granulométrie

Les courbes relatives au puits de Kétou sont représentées aux figures 81 et 82.

Les courbes 1, 2, 3, 6, 7, 8 et 12 témoignent de dépôts en eaux courantes à courant variable mais restant assez modéré. Il peut s'agir de dépôts côtiers ou d'estuaires par exemple. Les courbes 4, 5, 9, 10 et 11 indiquent des courants variables plus importants. D'après D. J. DOEGLAS, beaucoup de sables ont ces caractéristiques.

Morphoscopie

Les grains de quartz sont généralement bien transparents ou parfois ternis par une fine poussière adhérente. Ils sont le plus souvent anguleux ou sub-anguleux, plus rarement sub-arrondis.

Minéraux lourds

Les minéraux lourds sont souvent abondants : tourmaline, zircon, ilménite, rutile, leucocène, monazite, débris ferreux divers. L'échantillon n° 3 contient de petites billes ferrugineuses creuses de 0,1 mm de diamètre environ.

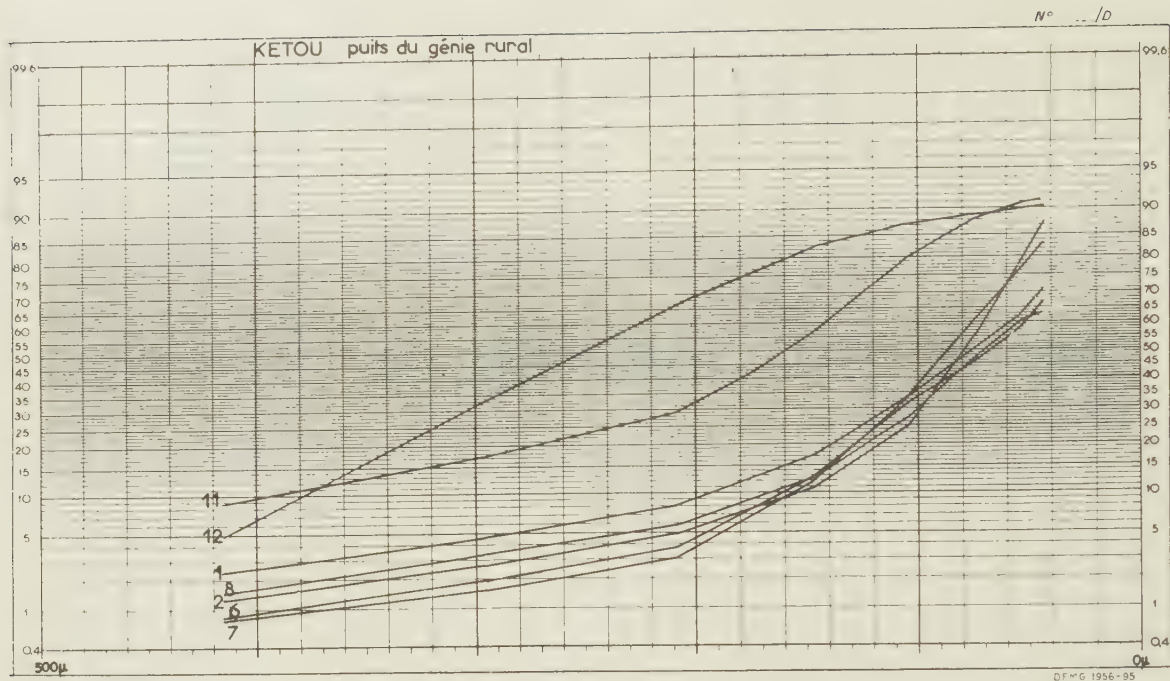


FIG. 81. — Courbes granulométriques du puits du génie rural

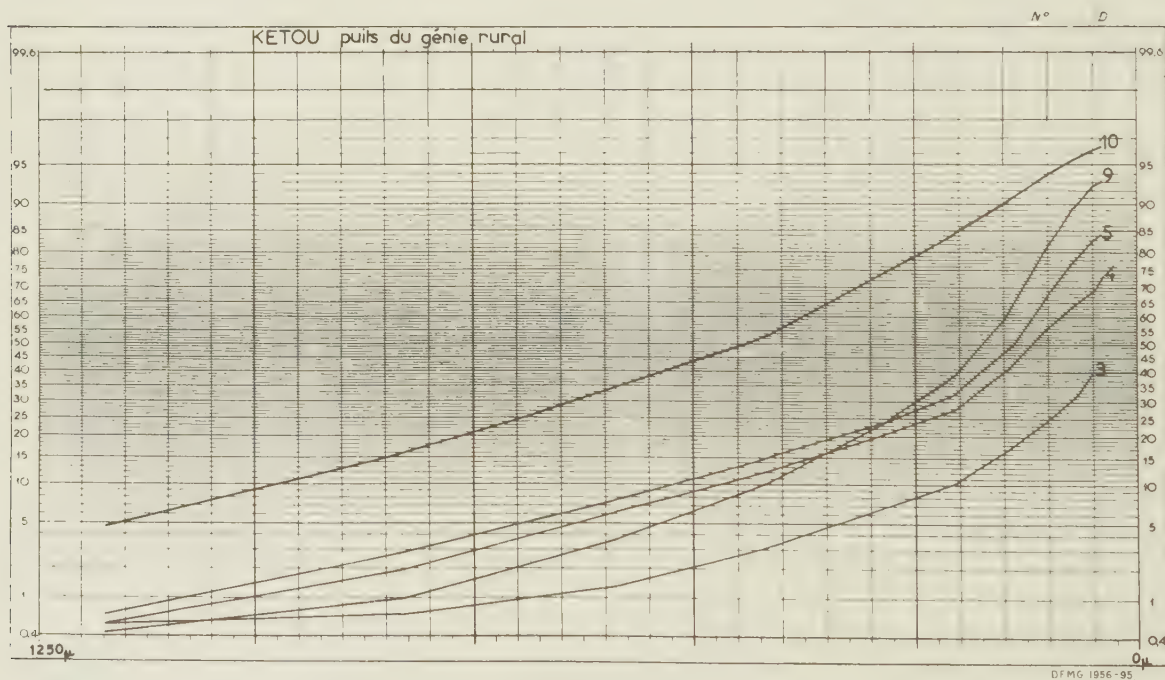


FIG. 82. — Courbes granulométriques du puits du génie rural

Analyses chimiques

Les analyses ci-dessous intéressent les échantillons gréseux n° 9, 10 et 12.

	9	10	12
Si O ₂	76,59	68,26	75,64
Al ₂ O ₃	4,82	1,82	2,08
Fe ₂ O ₃	10,18	19,15	16,21
Mn O	0,02	tr.	tr.
Mg O	0,09	0,05	0,12
Ca O	0,65	0,70	0,97
Ti O ₂	1,00	1,40	0,40
P ₂ O ₅	tr.	tr.	tr.
H 2O ⁺	3,95	4,10	2,35
H 2O ⁻	0,30	0,75	0,40
	97,60	96,23	98,17

On remarque la présence nette d'oxyde de fer responsable de la couleur et de la cohésion de ces grès.

Conclusion

Il est difficile de choisir à coup sûr entre une origine marine et fluviatile, pour ces matériaux. Peut-être s'agit-il de dépôts d'estuaire proches des massifs cristallins dont ils sont nés.

2. — Sondage n° 2 de Bohicon

(Fig. 25)

Les échantillons ont été prélevés respectivement aux profondeurs 20, 30, 40, 50 et 55 m.

Détermination macroscopique

- N° 1 (éch. 496) : Sable fin à gros rose-orangé.
- N° 2 (éch. 497) : Sable fin à gros rose-orangé.
- N° 3 (éch. 498) : Sable moyen à gros rose-orangé.
- N° 4 (éch. 499) : Sable moyen à gros rose-orangé.
- N° 5 (éch. 500) : Sable moyen à gros jaunâtre.

Granulométrie

Les échantillons sont des cuttings de sondage rotary et il est certain que la composition granulométrique a pu varier pendant la remontée dans la boue du sondage. Mais comme le sondage est peu profond, les courbes cumulatives sont tout de même représentées à la figure 83.

Elles indiquent des dépôts d'eau à courant variable.

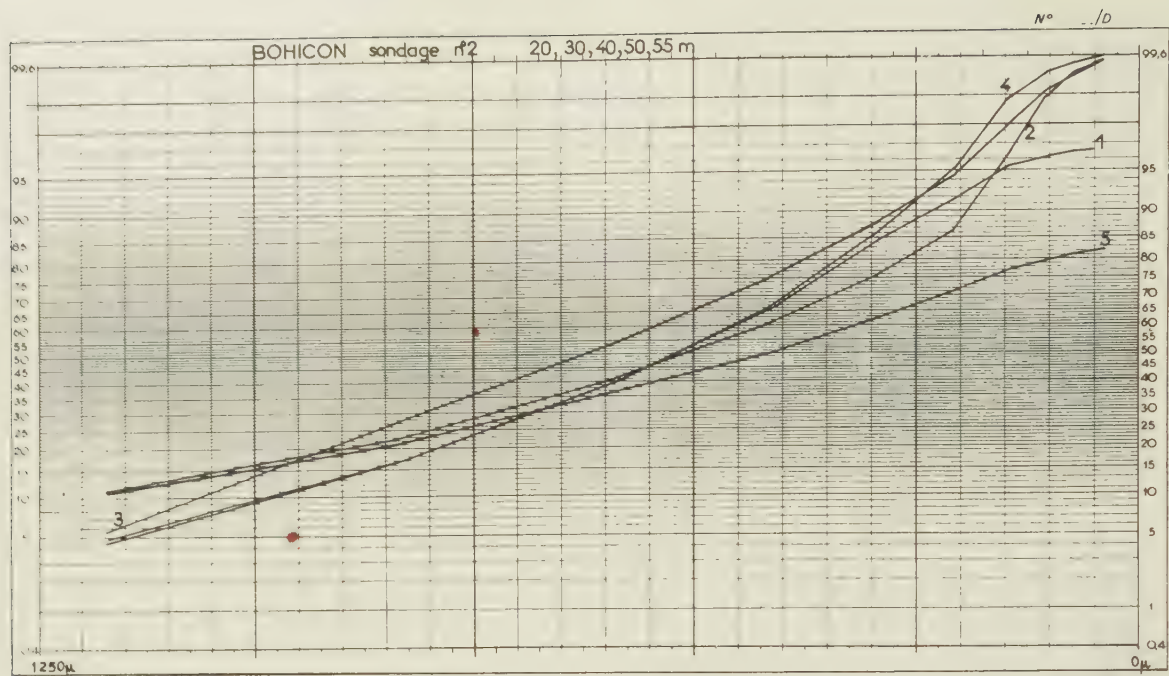


FIG. 83. — Courbes granulométriques du sondage de Bohicon

Morphoscopie

Les grains de quartz sont en majorité anguleux ou sub-anguleux, comme en témoigne la figure photographique I, pl. I. Et, compte tenu de la granulométrie, on pourrait songer à une sédimentation fluviatile.

3. — Sondage de Bopa

Ces échantillons sableux ont été prélevés respectivement à 350, 360, 372, 410, 440, 460, 500, 575 et 600 m. Le passage dans la boue du sondage ayant été cette fois beaucoup plus long, les courbes granulométriques sont insuffisamment représentatives pour être figurées.

Détermination macroscopique

- N° 1 (éch. 484) : Sable à grain varié surtout gros et très gros.
- N° 2 (éch. 485) : Sable à grain varié, surtout très gros.
- N° 3 (éch. 486) : Sable à grain varié fin à très gros.
- N° 4 (éch. 488) : Sable argileux à grain varié, très fin à très gros.
- N° 5 (éch. 490) : Sable à grain varié moyen à très gros.
- N° 6 (éch. 491) : Sable à grain varié gros à très gros.
- N° 7 (éch. 492) : Sable à grain varié moyen à très gros.
- N° 8 (éch. 493) : Sable à grain varié moyen à très gros.
- N° 9 (éch. 494) : Sable un peu argileux moyen à très gros.

La couleur de ces sables varie du gris au blanc.

Morphoscopie

— Les quatre premiers échantillons présentent des grains de quartz surtout arrondis et sub-arrondis; ces grains sont généralement dépolis et assez ternes, sauf dans les échantillons 3 et 4 où certains deviennent presque luisants.

L'origine marine est confirmée par des débris coquilliers dans le premier échantillon, des grains de glauconie dans le troisième. Par contre le quatrième échantillon présente des débris de lignite et de petites concrétions pyriteuses; on pourrait songer à un dépôt d'estuaire ou de lagune.

— Les cinq derniers échantillons présentent au contraire une importante majorité de grains anguleux ou sub-anguleux plus ou moins dépolis. Le transport de ces sables a donc été moins important que pour ceux des échantillons précédents, et un milieu de dépôt fluvial est possible.

Les photographies de la planche 2 illustrent les observations morphoscopiques faites.

Conclusion

Ainsi, l'étude des niveaux sableux du sondage de Bopa permet d'envisager pour le Crétacé supérieur, à cet endroit, une évolution importante de la sédimentation :

— Sédimentation continentale possible à la base (éch. n° 9 à n° 5 prélevés entre 600 et 440 m de profondeur);

— Sédimentation littorale ensuite (éch. n° 4 prélevé à 410 m);

— Sédimentation marine à la partie supérieure (éch. n° 3, 2 et 1 prélevés entre 372 et 350 m).

C. — ÉCHANTILLONS DU CONTINENTAL TERMINAL

Les échantillons étudiés proviennent des régions de Bopa, Ouagbo aliho, Allada, Godomey et Bohicon.

1. — Puits E de Bopa

La coupe de ce puits est représentée à la figure 72. Il contient les couches de base de la formation appelée Continental terminal. Les échantillons ont été prélevés respectivement à 9, 11, 12, 13, 15 et 20 m.

Détermination macroscopique

N° 1 (éch. 349) : Sable argileux très fin gris verdâtre et brun.

N° 2 (éch. 350) : Sable argileux très fin brun.

N° 3 (éch. 351) : Sable argileux très fin beige-verdâtre.

N° 4 (éch. 352) : Sable argileux très fin consolidé gris vert.

N° 5 (éch. 353) : Sable argileux très fin brun.

N° 6 (éch. 354) : Sable argileux très fin à minces lits parallèles verts et beiges.

Granulométrie

L'analyse granulométrique de ces sables argileux a été perturbée par de nombreuses petites particules d'argile et de grains de quartz agglomérés qui n'ont pu être éliminées; les

courbes cumulatives obtenues ne sont donc pas vraiment représentatives du sédiment, et elles ne sont pas figurées.

Le matériel recueilli sur les tamis ne montre des grains de quartz isolés qu'à partir des tamis 200 et surtout 270; les tamis plus grands n'ont arrêté que de l'argile ou des agglomérés. Les grains ont donc des tailles de l'ordre de 0,050 à 0,075 mm. Seul l'échantillon n° 3 montre des grains atteignant 0,1 mm.

Morphoscopie

Les grains de quartz sont bien transparents et anguleux ou sub-anguleux. Mais, comme le fait remarquer A. CAILLEUX (1943) ces formes sont la règle pour les grains de cette taille, quelle que soit l'origine du dépôt.

Analyse chimique

L'analyse de l'échantillon n° 5 a donné les résultats suivants :

Si O ₂	56,90
Al ₂ O ₃	13,40
Fe ₂ O ₃	11,90
Fe O	tr.
Mn O	0,01
Mg O	1,35
Ca O	0,35
Na 2O	0,20
K 2O	2,05
Ti O ₂	tr.
P ₂ O ₅	0,30
Perte au feu	13,60
	100,06

Conclusion

Les niveaux de base du Continental terminal ont donc paradoxalement une origine marine. Il est certain que, lorsque des précisions sur l'âge de ces formations auront apparû, cette dénomination devra être abandonnée.

2. — Puits de Ouagbo aliho

La coupe de ce puits est décrite à la page 146. Les échantillons étudiés proviennent de niveaux plus récents que ceux du puits précédent. Ils ont été prélevés respectivement à 66, 67, 68, 69 et 70 m, et entre 71 et 80 m.

Détermination macroscopique

- N° 1 (éch. 23) : Sable fin avec très fins lits d'argile blanche.
- N° 2 (éch. 24) : Sable moyen rose violacé avec rares graviers roulés.
- N° 3 (éch. 25) : Sable moyen et fin plus ou moins induré violet.
- N° 4 (éch. 28) : Sable fin à moyen blanc avec fines lentilles de grès argileux blanc.
- N° 5 (éch. 29) : Sable fin orangé, fines lentilles argileuses blanches.
- N° 6 (éch. 32) : Sable moyen rouge-brun.
- N° 7 (éch. 33) : Sable fin crème.

Macroscopiquement, ces faciès, bien qu'un peu moins fins, ont de fortes analogies avec ceux du puits de Kétou décrit précédemment.

Granulométrie

Les courbes cumulatives sont représentées à la figure 84. Elles indiquent un dépôt en courant variable, mais il ne paraît pas possible de préciser le milieu de sédimentation. On peut tout de même supposer qu'il est différent de celui des sables argileux du puits E de Bopa car ses caractéristiques dynamiques ne sont pas les mêmes.

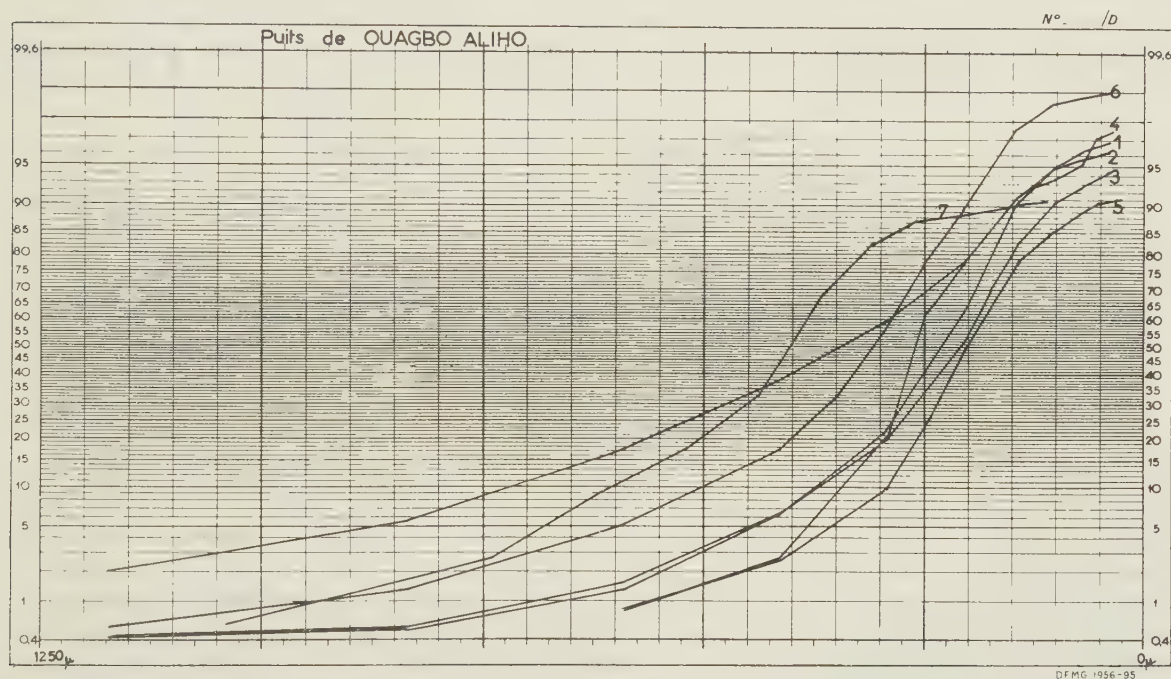


Fig. 84. — Courbes granulométriques du puits de Ouagbo

Morphoscopie

Les grains sont surtout sub-arrondis ou sub-anguleux; ils sont généralement transparents ou légèrement dépolis. La mise en place s'est donc produite après un transport assez long, mais l'émoussé des grains est nettement moins important que dans les niveaux marins du sondage de Bopa ou dans les sables des plages actuelles.

Minéraux lourds

Les minéraux lourds sont rares; la tourmaline est la plus fréquente, accompagnée d'ilménite, de disthène, d'anathase, de rutile ou de staurotide.

Conclusion

L'étude de ces échantillons ne permet pas de conclure à coup sûr sur le milieu de sédimentation. Cependant, le milieu continental est très probable, sinon certain, car, d'une part, ces faciès à granulométrie variée et couleurs vives se rencontrent fréquemment dans les formations continentales d'Afrique, d'autre part, un grès violet appartenant à des niveaux correspondants de la région de Pobé a permis d'observer plusieurs empreintes de feuilles.

3. — Sondage d'Allada

La coupe de ce sondage est représentée à la figure 68. Les échantillons ont été prélevés aux profondeurs respectives de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 m. Ils proviennent de niveaux plus récents que ceux du puits de Ouagbo aliho.

Détermination macroscopique

Tous ces échantillons appartiennent au faciès « terre de barre » brun rouge. Les deux premiers échantillons sont presque uniquement sableux à grain varié, surtout moyen. Les autres sont sablo-argileux à grain varié, très fin à très gros.

Granulométrie

La faible profondeur de prélèvement permet de prendre en considération les courbes cumulatives obtenues (fig. 85). Elles indiquent un dépôt en courant variable.

Les deux premières courbes diffèrent notablement des autres; cette différence provient vraisemblablement du remaniement des niveaux superficiels, au cours duquel le vent pourrait avoir joué un certain rôle.

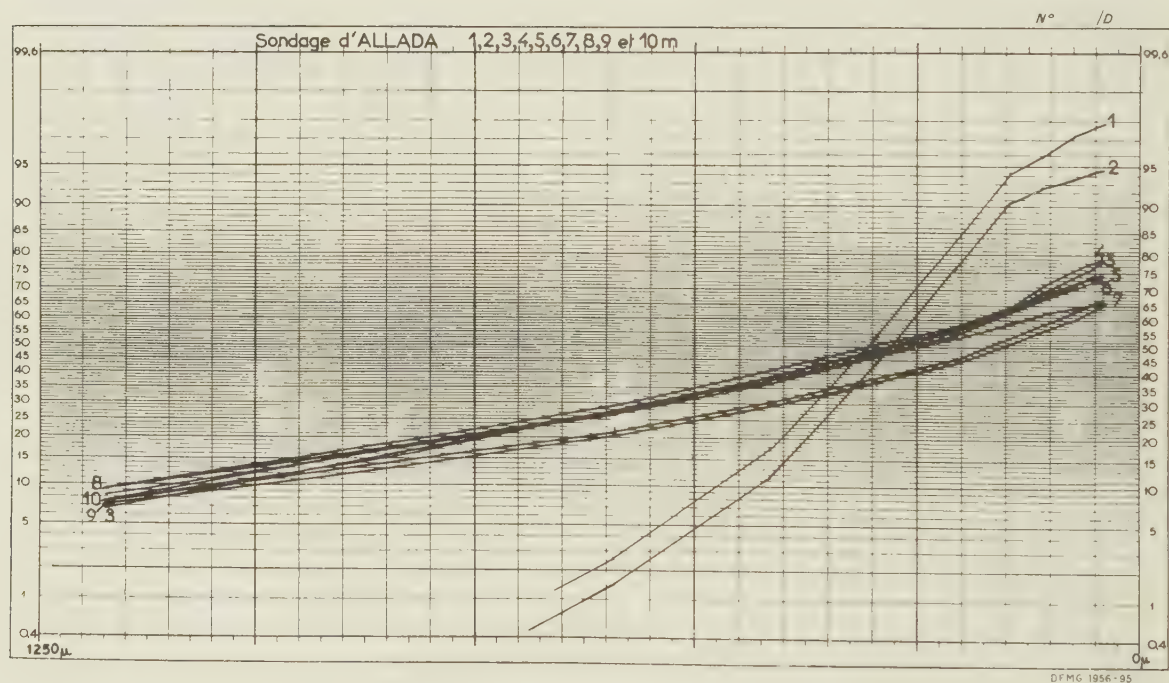


Fig. 85. — Courbes granulométriques du sondage d'Allada

Morphoscopie

Les grains sont constamment anguleux ou sub-anguleux, un peu dépolis; des placages d'enduit ferrugineux brun sont fréquents sur les gros grains.

Conclusion

La granulométrie variée, la forme très irrégulière des grains suggèrent fortement un dépôt fluvial.

4. — « Terre de barre » de Godomey

Les deux échantillons suivants ont été prélevés dans la carrière de « terre de barre » de Godomey, le premier dans le faciès brun-rouge typique, le second à la base où la couleur est bariolée blanc et brun.

Détermination macroscopique

N° 1 (éch. 521) : Sable argileux très fin à gros brun rouge;

N° 2 (éch. 520) : Sable argileux très fin à gros bariolé blanc et brun.

Granulométrie

Les courbes cumulatives sont représentées à la figure 86. Elles sont quelque peu déformées à leur extrémité droite par la présence de particules d'argile brune indurée qui n'ont pu être éliminées des tamis les plus fins. Elles indiquent un dépôt en courant variable.

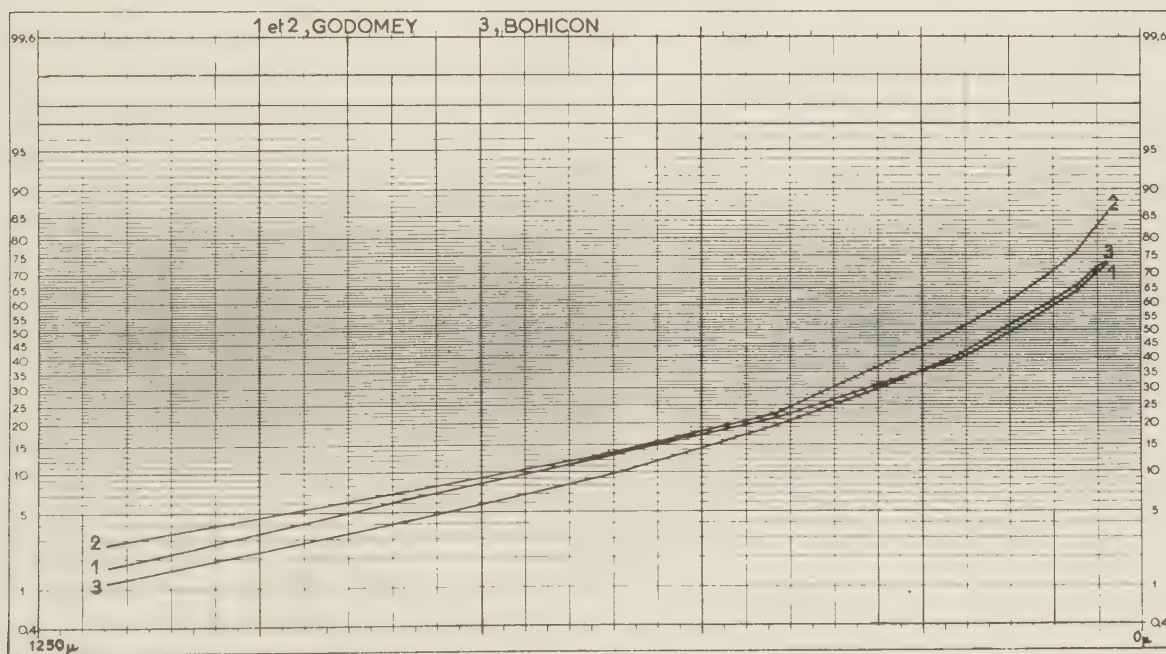


FIG. 86. — Courbes granulométriques de « terre de barre »

Morphoscopie

Les grains ont, comme à Allada, des formes très irrégulières anguleuses ou sub-anguleuses; ils sont légèrement dépolis ou presque transparents. Les gros grains ont fréquemment un enduit brun (quartz hématoïde).

Phase argileuse

L'étude aux rayons X a révélé une phase argileuse uniquement kaolinique.

Conclusion

Comme pour le sondage d'Allada, l'origine fluviatile est probable.

5. — « Terre de barre » de Bohicon

L'échantillon (éch. 519) a été prélevé dans la concession du Service des Travaux Publics à Bohicon, à 1 m de profondeur. Ses caractéristiques sont exactement les mêmes que pour la terre de barre de Godomey, tant pour la couleur, la granulométrie (fig. 86), la morphoscopie que pour la phase argileuse.

C'est un argument supplémentaire en faveur de la présence de Continental terminal sur le plateau d'Abomey-Bohicon.

II. — ROCHES ARGILO-MARNEUSES

L'étude des roches argileuses et marneuses a donné lieu à 112 analyses aux rayons X faites au laboratoire de Géologie de l'Université de Strasbourg. Les pourcentages en minéraux argileux ont été déduits de l'intensité des raies des diagrammes, par comparaison avec des échantillons témoins. Ces évaluations ne sont qu'approximatives, mais elles sont d'emploi très commode et on peut considérer que les nombres obtenus sont exacts à 10 % près.

Les résultats obtenus sont très homogènes et permettent de conduire cette étude par unités stratigraphiques.

A. — CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Au Maestrichtien, le minéral argileux dominant est la kaolinite, souvent associée à une faible proportion d'illite. On note par exemple les résultats suivants : (1)

— A Kéton, puits du génie rural (éch. 37), 13 à 18 m, argile blanche à très rares empreintes :

K 95 %, I 5 %

— Au sondage d'Igana, vers 230 m (éch. 575), argile micacée gris foncé :

K 100 %

— Vers 250 m (éch. 576), argile micacée grise à inclusions charbonneuses :

K 100 %

— Au sondage de Séhoué, à 103 m (éch. 327), argile gris bleuté foncé :

K 80 %, I, Chl, mica, 20 %

(1) Les abréviations utilisées sont les suivantes : K = kaolinite; I = illite; Chl. = chlorite; M = montmorillonite; A = attapulgitite; S = sépiolite.

- A 153 m (éch. 328), argile gris bleuté foncé :
K 80 %, I, Chl, mica, 20 %
- A 156 m (éch. 329), argile gris vert :
K 70 à 80 %, minéraux micacés 20 à 30 %
- A 202 m (éch. 579), argile ligniteuse gris noir :
K 100 %
- Au sondage d'Issaba, à 100 m (éch. 585), marne gris foncé à microfaune marine :
K 90 %, I traces, Chl. traces
- Au sondage d'Illémon, à 109 m (éch. 389), marne gris-noir :
K 90 %, I 10 %
- A 130 m (éch. 390), marne gris-noir :
K 80 %, I 10 %, M traces
- A 152 m (éch. 391), argile brun verdâtre :
K 100 %, I traces
- A 182 m (éch. 392), argile noire à passées ligniteuses :
K 100 %
- A 203 m (éch. 393), argile sableuse micacée grise :
K 100 %, I traces
- A 225 m (éch. 394), argile sableuse micacée à passées ligniteuses :
K 100 %, I traces
- Au sondage de Bopa, à 267 m (éch. 463), marne sableuse grise :
K 90 %, I 10 %
- A 305 m (éch. 464), marne sableuse à microfaune marine :
K 80 %, I traces, Chl. 10 %
- A 325 m (éch. 465), marne noire :
K 90 %, I traces, Chl. traces
- A 335 m (éch. 466), marne grise :
K 30 %, I 70 %
- 415 m (éch. 380), argile gris foncé à passées charbonneuses :
K 100 %

Ces résultats montrent bien l'importance particulière de la kaolinite au Maestrichtien. L'illite, souvent associée en petite quantité, ne prend la première place que dans l'échantillon 466.

Toutefois, trois résultats se distinguent de la liste précédente par la présence de minéraux argileux magnésiens :

— A Igana, le niveau argileux intercalé dans les sables maestrichtiens à 304 m (éch. 577), a montré :

- K 90 %, M 10 %, A traces
- A Bopa, à 380 m (éch. 467), on note :
K 30 %, M 60 %, A 10 %
- Enfin à Afagnagan, à 316 m (éch. 385) :
K 50 %, M 50 %

On remarque donc que, malgré le rôle essentiel que tient la kaolinite au Maestrichtien, la montmorillonite et l'attapulgitite ont également parfois l'occasion d'intervenir.

Analyses chimiques

Plusieurs analyses chimiques de ces roches argileuses ou marneuses sont figurées ci-dessous. Les deux premiers tableaux concernent les roches à phase argileuse surtout kaolinique. On remarque une forte teneur en alumine et une faible teneur en magnésie. Le troisième

tableau concerne les roches dans lesquelles la kaolinite est accompagnée de montmorillonite ou d'attapulgite. Cette variation dans la composition minéralogique est surtout sensible dans l'échantillon 467 qui montre une diminution importante de la teneur en alumine. Dans l'échantillon 385, on peut remarquer une petite augmentation de la teneur en magnésie.

	Igana 230 m Ech. 575	Igana 250 m Ech. 576	Séhoué 103 m Ech. 327	Séhoué 202 m Ech. 579
SiO ₂	51,66	46,64	53,90	42,78
Al ₂ O ₃	22,94	15,74	15,90	21,13
Fe ₂ O ₃	6,85	5,71	9,33	6,15
MnO	0,05	0,45	0,05	0
MgO	0,34	0,26	1,47	0,30
CaO	0,28	9,10	1,24	0,80
TiO ₂	1,40	1,20	0,90	0,50
P ₂ O ₅	0,05	0,05	tr.	0,10
H ₂ O ₊	13,10	16,60	10,78	19,72
H ₂ O ₋	0,94	2,43	3,40	3,84
	97,61	98,18	96,97	95,32

	Issaba 100 m Ech. 585	Illémon 182 m Ech. 392	Illémon 225 m Ech. 394	Bopa 415 m Ech. 380
SiO ₂	39,90	51,35	41,25	47,27
Al ₂ O ₃	18,10	22,80	22,10	25,75
Fe ₂ O ₃	6,88	4,95	1,10	3,77
MnO	0,05	0,02	0	0
MgO	1,42	0,40	0,22	0,29
CaO	8,14	0,74	1,50	0,35
TiO ₂	0,80	1,20	0,80	0,80
P ₂ O ₅	tr.	2,50	0,22	tr.
H ₂ O ₊	14,64	5,37	21,86	17,46
H ₂ O ₋	3,26	1,82	1,61	1,38
SO ₃	0,70	1,62	0,44	
	93,89	92,77	91,10	97,07

	Igana 304 m Ech. 577	Bopa 380 m Ech. 467	Afagnagan 316 m Ech. 385	
SiO ₂	51,85	33,97	44,76	
Al ₂ O ₃	14,62	4,48	15,14	
Fe ₂ O ₃	7,02	4,67	6,01	
MnO	0,10	0,10	0,03	
MgO	1,61	1,39	2,01	
CaO	3,65	18,40	5,15	
TiO ₂	0,90	0,50	0,90	
P ₂ O ₅	tr.	0,05	tr.	
H ₂ O ₊	12,34	26,92	11,42	
H ₂ O ₋	3,26	3,48	6,98	
SO ₃		1,52	0,75	
	soufre			
	95,35	95,48	93,15	

La phase carbonatée n'a pas été séparée, de sorte que l'on ne peut savoir quelle est la part de CaO ou de MgO revenant à la phase argileuse. Cependant, on peut remarquer à ce sujet, que les roches carbonatées magnésiennes sont très rares dans ce bassin alors que le magnésium est fréquemment associé aux roches uniquement argileuses.

Enfin, toutes ces analyses ne comportent pas de dosage séparé de CO₂. Il est inclus dans la ligne H₂ O₊.

B. — ÉOCÈNE

A l'Eocène, la composition des roches argileuses est différente. Elle a été étudiée particulièrement dans les sondages de Bopa et d'Hétin sotta, les résultats obtenus étant ensuite contrôlés par l'étude d'échantillons plus dispersés.

1. — Sondages de Bopa et d'Hétin sotta

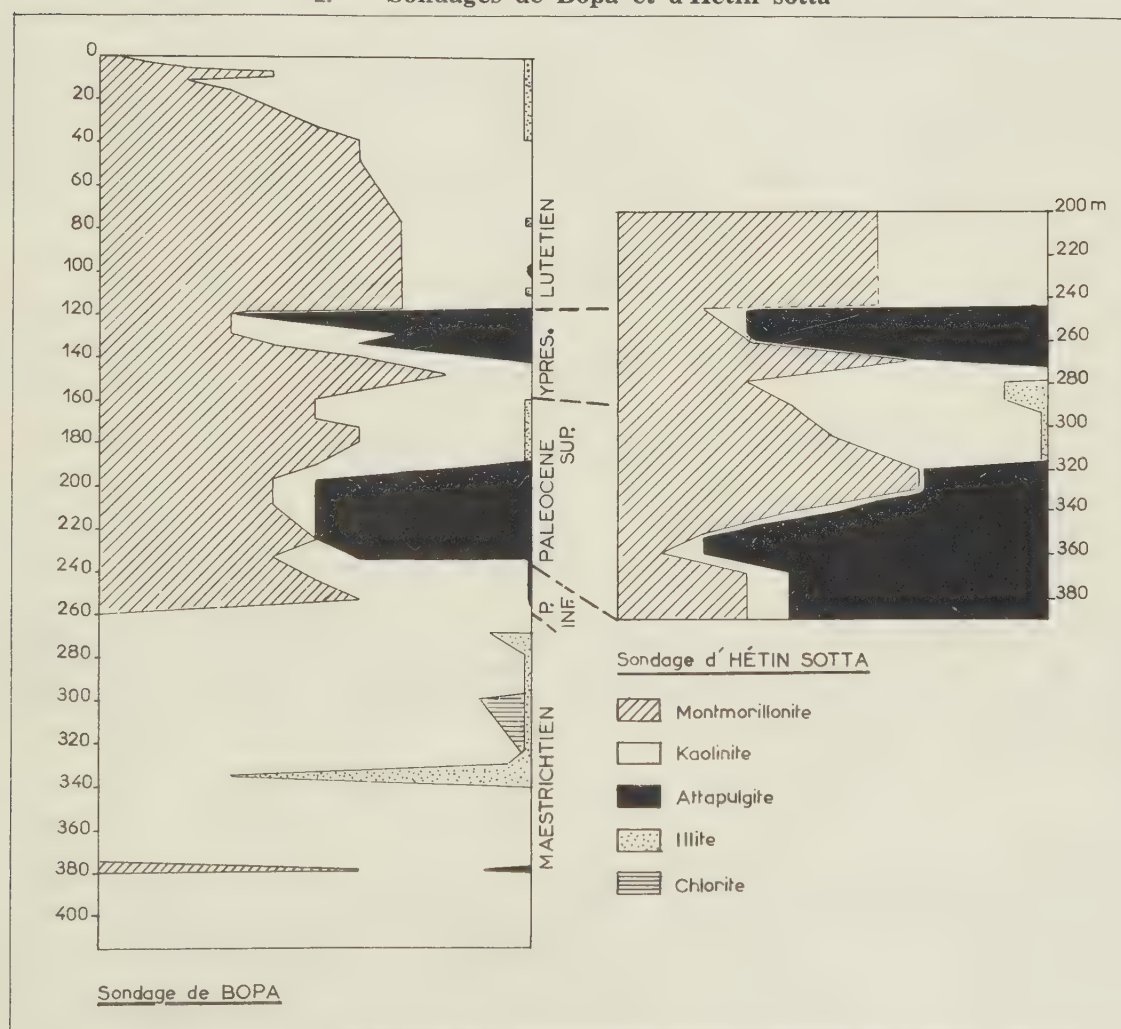


FIG. 87. — Répartition des minéraux argileux dans les sondages de Bopa et Hétin sotta

Le sondage de Bopa et deux puits très proches du sondage ont donné lieu à l'analyse aux rayons X de 38 échantillons régulièrement espacés dans le Maestrichtien et l'Eocène. Le sondage d'Hétin sotta a été étudié à l'aide de 15 échantillons répartis dans les 200 derniers mètres.

Les résultats obtenus sont reportés sur les graphiques de la figure 87 qui permettent de constater qu'à la fin du Maestrichtien, la kaolinite perd brusquement de l'importance au bénéfice des minéraux argileux magnésiens : la montmorillonite, constamment présente, et l'attapulгите qui intervient massivement deux fois.

On remarque aussi que les variations de composition de la phase argileuse sont liées aux divisions stratigraphiques. En effet :

- Le Paléocène inférieur est caractérisé par l'association montmorillonite-kaolinite.
- Le Paléocène supérieur et l'Yprésien sont caractérisés par l'association attapulгите-montmorillonite, avec toutefois une éclipse de l'attapulгите au bénéfice de la kaolinite à la partie supérieure du Paléocène et à la base de l'Yprésien; on note également l'apparition d'un peu d'illite à ce moment.
- Le Lutétien marque la disparition de l'attapulгите, tandis que la montmorillonite domine généralement.

Mais certaines différences apparaissent entre les deux sondages qui sont placés différemment par rapport à la bordure du bassin, le sondage d'Hétin sotta en étant le plus éloigné :

- Le phénomène de subsidence a entraîné un épaississement des couches entre Bopa et Hétin sotta.
- A Hétin sotta, l'association attapulгите-montmorillonite est caractérisée par des teneurs en attapulгите plus élevées, des teneurs en kaolinite moindres.

2. — Sondage d'Afagnagan

L'Eocène de ce sondage n'a été étudié que par 5 échantillons. Les résultats sont les suivants :

Profondeur	Etage	A	M	K
60 à 63 m	Lutétien		60 %	40 %
102 m		90 %	tr.	tr.
127 m	Yprésien	70 %	30 %	
159 m	Pal. sup.	30 %	70 %	tr.
203 m	Pal. sup.	50 %	40 %	tr.

On retrouve donc l'association attapulгите-montmorillonite à l'Yprésien et au Paléocène supérieur, mais l'éclipse précédente de l'attapulгите n'apparaît pas. L'échantillonnage étant moins serré ici, elle a pu ne pas être remarquée; mais de toute façon, cette éclipse serait moins importante dans ce sondage qu'à Bopa ou Hétin sotta.

3. — Sondage d'Illémon

Les trois échantillons étudiés intéressent le Paléocène :

Profondeur	Etage	A	M	I	K
8 m	Pal. sup.	50 %	50 %		tr.
30 m	Pal. sup.	50 %	50 %		tr.
57 m	Pal. inf.	tr.	80 %	tr.	20 %

Ces résultats sont conformes aux remarques faites à propos du sondage de Bopa.

4. — Autres résultats

Les résultats suivants sont plus dispersés :

- *Sondage de Séhoué*, échantillons du Paléocène supérieur prélevés à 36 et 45 m :
A 50 %, M 50 %, K tr.
- *Région de Lokossa*, puits E5 à 9 m (éch. 315), argile verte et ocre du Lutétien :
M 80 %, K 20 %
- Puits E5 à 13 m (éch. 341), argile vert foncé à gypse du Lutétien :
M 80 %, K 20 %
- Sondage n° 2 à 33 m (éch. 360), argile papyracée gris bleuté de l'Yprésien :
A 75 %, M 20 %, K 5 %
- Puits D9 à 9 m (éch. 313), argile finement feuilletée gris clair du Paléocène ou de l'Yprésien :
A 20 %, M 70 %, K 5 %
- *Région de Kpomé*, puits E2 (éch. 242), argile papyracée grise, se fractionnant en bâtonnets, du Paléocène supérieur :
A 60 %, M 40 %
- *Région de Bapodji*, puits 21 (éch. 303), argile papyracée gris jaune clair du Paléocène supérieur :
A 50 %, M 50 %, K tr.
- Puits 4a à 6 m (éch. 297), marne verte du Lutétien :
M 60 %, K 20 %, I 20 %
- Puits 8 à 4 m (éch. 270), marne phosphatée grise du Lutétien :
M 90 %, K 10 %
- *Région de Pobé*, puits du km 5,05 de la route Pobé-Kétou, 3 à 4 m (éch. 157), marne finement feuilletée gris jaunâtre de l'Yprésien :
A 20 %, M 60 %, K 20 %
- Même puits, à 6 m (éch. 159), argile papyracée grise de l'Yprésien :
A 50 %, M 40 %, K 10 %
- *Région de Toffo et d'Akoumapé* : les études de L. VISSE faites dans ces régions lors des recherches de phosphate du Comptoir des Phosphates d'Afrique du Nord, ont montré la présence de palygorskite (attapulгите) dans les niveaux yprésiens.

Tous ces échantillons confirment les résultats obtenus dans les sondages de Bopa et d'Hétin sotta, au sujet des variations de composition de la phase argileuse tout au long de l'Eocène. Ces variations ont une valeur stratigraphique.

5. — Faciès des roches argilo-marneuse de l'Eocène

Les échantillons examinés ont montré que les variations de composition minéralogique coïncident avec des différences de faciès. En particulier, les roches contenant de l'attapulгите ont toutes un faciès papyracé ou finement feuilleté. Elles sont de couleur gris clair ou un peu jaunâtre à faible profondeur. En sondages, elles sont beaucoup plus foncées, souvent plus ou moins bleues; mais en séchant, la couleur s'éclaircit considérablement, tandis que le faciès papyracé s'affirme.

Au contraire, les roches étudiées dépourvues d'attapulгите, c'est-à-dire à montmorillonite

et kaolinite, ne sont pas feuilletées ou le sont beaucoup moins. Ces roches ont souvent des teintes vert clair ou gris verdâtre à faible profondeur; elles deviennent gris foncé et même noires aux profondeurs supérieures à une trentaine de mètres. A faible profondeur, ces argiles et marnes contiennent souvent des intercalations gypseuses; on ne les retrouve pas aux profondeurs plus importantes, mais, par contre, on y remarque assez fréquemment des concrétions pyriteuses. Le gypse des argiles et marnes est donc probablement secondaire.

6. — Analyses chimiques

Les analyses chimiques de roches argileuses éocènes groupées dans les deux tableaux ci-dessous permettent de faire les remarques suivantes :

— Les teneurs en alumine sont généralement inférieures à celles des roches surtout kaoliniques.

— Les teneurs en magnésie augmentent lorsque l'attapulгите est présente.

	<i>Paléocène inférieur à M + K</i>		<i>Paléocène sup. à A + M</i>	
	Bopa 253 m Ech. 569	Illémon 57 m Ech. 589	Bopa 198 m Ech. 570	Séhoué 45 m Ech. 584
SiO ₂	74,00	48,52	44,05	46,48
Al ₂ O ₃	4,96	4,05	11,39	4,07
Fe ₂ O ₃	4,25	9,82	6,25	8,90
MnO	0	0,05	0,08	0,10
MgO	0,20	1,88	6,16	4,59
CaO	0,04	6,39	5,62	6,90
TiO ₂	0,90	0,40	0,70	0,40
P ₂ O ₅	tr.	tr.	0	tr.
H ₂ O+	11,86	11,14	13,79	13,35
H ₂ O—	3,50	10,51	7,73	10,77
	99,71	92,76	95,77	95,56
<i>Yprésien sans A Yprésien à A+M Lutétien à M+K</i>				
	Bopa 150 m Ech. 571	Afagnagan 101 m Ech. 587	Bopa 100 m Ech. 573	Bopa 50 m Ech. 572
SiO ₂	47,46	45,60	39,18	40,80
Al ₂ O ₃	19	12,92	11,30	12,26
Fe ₂ O ₃	9,11	9,18	6,49	9,47
MnO	0	0,05	0	tr.
CaO	1,65	0,64	14,05	9,72
MgO	1,60	4,58	1,52	1,68
TiO ₂	0,80	0,10	0,60	0,60
P ₂ O ₅	0	0	tr.	tr.
H ₂ O+ CO ₂ ..	11,45	13,18	15,30	11,70
H ₂ O—	5,71	8,40	6,82	7,62
	96,78	94,65	95,26	93,85

C. — CONTINENTAL TERMINAL

Le Continental terminal ne contient pas de faciès marneux. Il ne montre que des argiles souvent plus ou moins sableuses, aux teintes blanches, jaunes, violettes, rouges, lie de vin. Ces argiles sont généralement compactes, mais, parfois, des alternances de couleurs ou des variations de teneur en sable, soulignent un fin litage.

Les études aux rayons X ont montré que la phase argileuse ne renferme que de la kaolinite.

L'analyse chimique ci-dessous, faite à partir d'un échantillon d'argile blanche et violacée prélevée à 70 m dans le puits de Ouagbo aliho (éch. 30), indique normalement une forte teneur en alumine et peu de magnésie.

SiO ₂	59,75
Al ₂ O ₃	22,27
Fe ₂ O ₃	3,60
MnO	0,02
MgO	0,07
CaO	0,60
TiO ₂	0,40
P ₂ O ₅	tr.
H ₂ O ⁺	9,45
H ₂ O ⁻	0,35
	96,51

Toutes les argiles du Continental terminal examinées sont azoïques.

III. — ROCHES PHOSPHATÉES

Les niveaux phosphatés sont assez fréquents à l'Eocène et méritent d'être examinés avec attention, d'autant plus que l'un d'eux a fourni un gisement exploitable au Togo. Ces niveaux sont surtout situés dans la moitié supérieure de l'Yprésien, à la base du Lutétien et à la partie supérieure de cet étage.

A. — YPRÉSIEN

Le niveau phosphaté yprésien le plus important est situé à environ 5 km au Nord de Pobé (puits C et B de la fig. 16). Ce niveau, intercalé dans des argiles et marnes papyracées, a de 50 à 70 cm d'épaisseur.

Faciès

La roche phosphatée est un cailloutis à nodules grisâtres de dimensions variées atteignant jusqu'à 2 à 3 cm dans leur plus grande dimension, enrobés d'argile grise. Les nodules ont

souvent des formes ovoïdes quelque peu applaties; certains, brisés, ont des parties anguleuses. L'ensemble témoigne d'un dépôt en eau violamment agitée.

Analyse chimique

Les nodules, analysés séparément, montrent fréquemment des teneurs en P_2O_5 de 27 à 30 %. Mais le niveau pris dans son ensemble, a une composition plus irrégulière comme en témoignent les deux analyses ci-dessous :

SiO ₂	36,35	13,40
Al ₂ O ₃	19,15	16,50
Fe ₂ O ₃	4,80	12,50
MgO	0,20	0,20
CaO	17,65	18,55
TiO ₂	0,50	1,00
P ₂ O ₅	9,20	25,00
H ₂ O + CO ₂	8,45	8,55
H ₂ O ⁻	4,35	4,10
	100,65	99,80

La seconde analyse montre la présence dans la couche d'une phase phosphatée alumineuse et ferrugineuse qui pourrait indiquer l'intervention d'un régime continental; mais aucun autre argument ne milite en ce sens.

Phase argileuse

L'étude aux rayons X de la phase argileuse indique :

M 60%, K 30 %, A 10 %

L'attapulgite est donc peu représentée.

B. — BASE DU LUTÉTIEN

A la base du Lutétien, trois faciès phosphatés sont fréquents :

- Conglomérat de coprolithes;
- Phosphate fin meuble;
- Craie phosphatée.

1. — Conglomérat de coprolithes

Ce conglomérat de coprolithes, à aspect de nougat, est très fréquent dans le bassin, sauf tout à fait à l'Est semble-t-il. Il est situé à faible distance du sommet de l'Yprésien à attapulgite et se présente en un niveau continu pouvant atteindre jusqu'à 20 cm d'épaisseur, ou bien il est fractionné en lits plus minces et irréguliers dans un calcaire plus ou moins phosphaté.

Une analyse chimique d'un échantillon du puits n° 5 de la région de Bapodji indique une teneur de 22,7 % de P_2O_5 .

Une lame mince (pl. V, fig. 2 et 3) montre de grands nodules arrondis de phosphate dans un ciment de calcite largement cristallisée qui contient des débris d'os et des Foraminifères plus ou moins épigénisés en phosphate.

2. — Phosphate meuble

Le conglomérat de coprolithes est souvent surmonté d'un niveau de phosphate fin meuble dont l'épaisseur ne dépasse généralement pas une dizaine de centimètres. Cependant, dans la région de Bapodji, on rencontre un complexe phosphaté plus important (fig. 43), parmi lequel on trouve un niveau de phosphate meuble de 55 cm d'épaisseur.

Ce phosphate contient de gros débris calcaires (plusieurs cm) aux formes anguleuses, et de nombreux coprolithes. Les grains plus fins sont anguleux comme en témoigne la photographie de la (pl. V, fig. 1). L'ensemble évoque un dépôt en courant variable et très fort.

Indépendamment des gros débris calcaires contenus dans le phosphate, la teneur en P_2O_5 est de 26,2 %.

Dans la phase argileuse, l'attapulгите est peu représentée et la montmorillonite domine :

M 60 %, K 30 %, A 10 %, S traces

3. — Craie phosphatée

Un niveau crayeux, également très constant dans le bassin, vient se superposer au conglomérat et au phosphate meuble précédents. Il est constitué d'une roche blanche tendre, très poreuse, dont la cohésion, variable, reste toujours faible; lorsqu'elle est sèche, cette roche est très légère. Macroscopiquement, elle paraît être généralement homogène, mais il n'est pas rare d'y voir des coprolithes dispersés ou en lits. En profondeur, la teinte de la roche devient gris foncé.

Cette craie n'a pas plus de 1 à 2 m d'épaisseur; elle passe vers le haut à une marne grise dont la densité augmente progressivement tandis que la porosité tend à disparaître.

Examen microscopique

Certains échantillons de craie se délitent complètement dans l'eau et sont donc très faciles à laver. La roche apparaît alors comme étant constituée de très nombreux tests creux de Foraminifères responsables de sa porosité et de sa faible densité; elle contient également des débris phosphatés divers anguleux ou en pastilles et sous forme de Foraminifères épigénisés, ainsi que des débris de Poissons et de moules internes de Gastéropodes.

L'ensemble évoque un dépôt en eau moyennement agitée.

Analyses chimiques

Les teneurs en P_2O_5 de cette craie varient de 2 à 10 % et cette roche ne peut constituer un minéral. Voici les analyses chimiques de deux échantillons de la région de Kpomé :

	Ech. 243	Ech. 244
SiO ₂	27,2	20,7
Al ₂ O ₃	4,3	5,2
Fe ₂ O ₃	8,2	3,8
CaO	23,8	34,4
P ₂ O ₅	9,3	2,5
H ₂ O + CO ₂	16,8	26,0
H ₂ O ⁻	9,2	6,5
	97,8	99,1

Phase argileuse

L'étude aux rayons X a été faite sur deux échantillons du puits 8 (fig. 43) de la région de Bapodji :

— Ech. 277 prélevé à 7,5 m, craie blanche à 4,8 % de P_2O_5 :
M 80 %, A 20 %, S tr., K tr.

— Ech. 270 prélevé à 4 m. Cet échantillon, plus argileux, est plutôt une marne dont la densité reste faible et la porosité importante. Teneur en P_2O_5 : 4,4 %.
M 90 %, K 10 %

La montmorillonite est donc le minéral argileux dominant. L'attapulгите, encore présente dans la craie, disparaît dans le faciès plus marneux de la partie supérieure. Cette disparition est confirmée dans l'éch. 268, prélevé à 3 m de profondeur : M 80 %, K 20 %.

Ces trois déterminations complètent les indications données par les graphiques de la fig. 87 : l'attapulгите persiste encore, mais avec des teneurs faibles, pendant 3 à 4 m à la base du Lutétien.

C. — PARTIE SUPÉRIEURE DU LUTÉTIEN

Etant donnée l'importance économique de la formation phosphatée de la partie supérieure du Lutétien, il est intéressant d'en rappeler et préciser d'abord les caractéristiques stratigraphiques.

1. — Précisions stratigraphiques

Les faciès phosphatés de la base du Lutétien, conglomérat de coprolithes, petits niveaux de phosphate meuble, craie phosphatée, font partie des couches 3 et 2, inexploitable, définies dans le gisement de phosphate togolais.

Toujours au Togo, ces couches sont surmontées par la couche 1 qui constitue le niveau industriel. Par suite d'une lacune de sédimentation ou d'une phase d'érosion au Lutétien inférieur, dans la région d'Akoumapé, la couche 1 repose parfois directement sur les niveaux yprésiens à attapulгите, ou directement sur la couche 3, ou en est séparée par une distance pouvant atteindre une dizaine de mètres, en particulier dans la partie E du gisement.

A l'Ouest du Dahomey, à Lokossa, on retrouve le schéma couche 3, couche 2, couche 1 (de bas en haut), mais des intercalations argilo-marneuses d'une trentaine de mètres séparent la couche 3 de la couche 1. En même temps, la couche 1 diminue d'épaisseur et tend à se fractionner en petits niveaux d'une dizaine de cm d'épaisseur.

A Bopa, soit au centre du bassin dahoméien, le sondage permet de retrouver les couches 3 et 2 immédiatement au-dessus de l'Yprésien à attapulгите. De plus, une minéralisation phosphatée apparaît à la partie supérieure du sondage, soit à plus de 100 m au-dessus des deux couches précédentes. Cette minéralisation est très diffuse et constituée de lits très fins et discontinus de phosphate fin dans des argiles et marnes fréquemment gypseuses.

L'augmentation d'importance de la séparation couche 3, couche 1 d'Ouest en Est, la position de cette zone phosphatée, le faciès de la minéralisation, permettent de penser que l'on retrouve, à la partie supérieure du sondage de Bopa, l'équivalent latéral de la couche 1 du Togo et de Lokossa.

Cette équivalence est précieuse. En effet, si au Togo et à Lokossa la faune permet de dater la couche 1 du Lutétien, à Bopa, on peut préciser qu'il s'agit d'un niveau élevé du Lutétien, et même probablement du Lutétien supérieur.

2. — Phosphate togolais

L'échantillon étudié (éch. 220) a été prélevé dans la couche exploitable, dans la région d'Hahotoé.

Faciès

La roche est meuble ou très légèrement cohérente. Le grain est généralement fin, avec de rares éléments de plusieurs mm dispersés dans la masse. La teinte est claire, légèrement orangée.

On peut cependant remarquer que dans la partie E du gisement togolais, les grains plus gros sont plus nombreux et la teinte est plutôt blanc grisâtre.

Examen microscopique

La photographie (pl. VI, fig. 1) donne une idée de la granulométrie du minerai après lavage. Les grains les plus nombreux ont des dimensions sensiblement comprises entre 0,075 et 0,2 mm. Ces grains sont très arrondis, pseudo-oolithiques et sont donc très différents des grains anguleux des niveaux de phosphate meuble de la base du Lutétien.

En lame mince, les grains ne montrent pas de texture concentrique. Certains sont des Foraminifères épigénisés. On ne voit pas de quartz.

Analyse chimique

L'analyse ci-dessous concerne le minerai brut :

SiO ₂	9,4
Al ₂ O ₃	10,2
Fe ₂ O ₃	2,1
CaO	40,6
P ₂ O ₅	30,4
Perte au feu ...	5,2
H ₂ O ⁻	1,5
	99,4

Par simple débouillage, les teneurs augmentent considérablement et atteignent les valeurs indiquées à la Pl. 8, et qui correspondent à des teneurs en phosphate tricalcique voisines de 80 %. C'est ce qui fait l'intérêt de ce minerai.

Phase argileuse

La détermination aux rayons X de la phase argileuse a donné les résultats suivants:

K 90 %; M tr., I tr.

3. — Phosphate de Lokossa

L'échantillon étudié (éch. 245) provient d'un puits foncé dans la cour de l'école de Lokossa.

Faciès

La roche est meuble, le grain est un peu plus gros qu'au Togo. Sa teinte est blanc grisâtre après exposition à l'air libre, mais lorsque le phosphate est fraîchement extrait, sa gangue argileuse lui donne une couleur verdâtre.

Examen microscopique

La fig. 3, pl. VI donne une idée de la composition granulométrique de la roche après lavage. Le grain est un peu plus gros que dans l'échantillon précédent, mais la forme pseudo-oolithique des particules reste la même. Un examen en lame mince entraîne les mêmes remarques que pour l'échantillon précédent; on constate cependant que les Foraminifères épigénisés sont beaucoup plus rares.

Analyses chimiques

Les deux analyses ci-dessous concernent l'une le phosphate brut, l'autre un échantillon débarrassé de sa gangue argileuse par lavage assez sommaire.

SiO ₂	11,4	2,6
Al ₂ O ₃	6,8	6,7
Fe ₂ O ₃	1,4	1,4
P ₂ O ₅	28,8	34,4
CaO	42,2	47,6
Perte au feu ...	5,4	4,3
H ₂ O ⁻	3,0	1,9
	99,0	98,9

La fig. 3, pl. VI donne également les teneurs en P₂ O₅ aux différentes tailles. On constate que la diminution d'épaisseur du phosphate entre le Togo et Lokossa s'accompagne d'une diminution de teneur.

Phase argileuse

La proportion de montmorillonite est ici plus importante qu'au Togo :

K 50 %, M 40 %, I 10 %

4. — Argile phosphatée de Bopa

L'échantillon examiné est une argile gris clair bariolée de brun prélevée à 9 m dans le puits A situé immédiatement à côté du sondage de Bopa.

Cette argile contient de fins lits phosphatés brunâtres associés à de petites concrétions gypseuses. La fig. 2, pl. VI montre l'aspect d'un lit de phosphate après lavage. On retrouve ici la forme pseudo-oolithique des grains.

La phase argileuse, largement dominante, est encore surtout composée de kaolinite et de montmorillonite :

K 60 %, M 40 %, I tr.

5. — Conclusion

Des arguments pétrographiques viennent s'ajouter aux données stratigraphiques pour identifier les niveaux phosphatés supérieurs de Bopa, de Lokossa et du Togo. On en déduit

que la minéralisation phosphatée perd de l'importance depuis la bordure vers le centre du bassin.

Ces roches phosphatées du Lutétien « supérieur » diffèrent, par leur faciès pseudo-oolithique, des phosphates meubles aux grains anguleux de la base de l'étage. Il semble donc que les modes de mise en place ont été différents.

IV. — RELATIONS ENTRE LE PHOSPHATE ET LES MINÉRAUX ARGILEUX

L'examen des niveaux phosphatés du Dahomey a permis de faire un certain nombre de remarques concernant les relations entre le phosphate et les divers minéraux argileux.

1. — Phosphate et glauconie

Phosphate et glauconie sont souvent intimement associés dans une même couche : les niveaux glauconieux sont généralement phosphatés et les grains de glauconie sont fréquents dans les calcaires phosphatés.

Cette association a déjà été signalée par différents auteurs, dans des faciès qui évoquent une sédimentation très agitée, très désordonnée, très détritique.

2. — Attapulгите et phosphate

L'attapulгите (palygorskite) a été notée fréquemment dans les séries phosphatées (CAPDECOME 1952, CAPDECOME et KULBICKI 1954, RIVIÈRE et VISSE 1953 et 1954, VISSE 1954a et b, RADIER 1953, MILLOT 1954).

Mais l'examen détaillé du Paléocène et de l'Yprésien du Dahomey montre qu'il s'agit plutôt de couches alternantes que d'association attapulгите-phosphate dans une même couche. La limite entre les argiles et marnes à attapulгите et un niveau phosphaté est toujours très nette; la minéralisation phosphatée ne déborde pas dans les niveaux à attapulгите. Les analyses chimiques sur ces derniers ne décèlent pas la présence de P_2O_5 ou n'en indiquent que de très faibles quantités.

Dans la carotte d'argile à attapulгите prise à 198 m dans le sondage de Bopa, on remarque cependant de rares nodules de phosphate de diamètre inférieur ou égal au centimètre. Mais, comme le montre la fig. 1, pl. VII, les feuillets d'argile contournent un corps étranger. Les essais chimiques au P_2O_5 sur les feuillets très proches du nodule ont été négatifs.

Inversement, les niveaux phosphatés interstratifiés dans les formations feuilletées à attapulгите (Yprésien) ou les surmontant immédiatement (base du Lutétien), voient décroître considérablement la proportion d'attapulгите de leur fraction argileuse. On le constate en particulier dans le niveau yprésien de la région de Pobé où l'étude d'un petit puits traversant ce niveau a donné les résultats suivants, de haut en bas :

Marne papyracée	M 60 %,	A 20 %,	K 20 %
Marne du toit	M 50 %,		K 50 %
Phosphate à gangue argileuse	M 60 %,	A 10 %,	K 30 %
Argile papyracée du mur	M 40 %,	A 50 %,	K 10 %

Donc, l'attapulгите qui domine au mur, diminue très nettement dans la couche, achève de disparaître au toit et ne reparait que lorsque toute minéralisation phosphatée a disparu.

Les niveaux phosphatés interstratifiés dans les marnes et argiles à attapulгите sont détritiques; certains sont de véritables conglomérats, comme le niveau précédent qui montre des nodules de tailles variées, parfois brisés. La fig. 2, pl. VII montre un morceau de carotte du sondage n° 1 de Lokossa, prélevé à la partie supérieure de l'Yprésien. Il s'agit d'un niveau de calcaire conglomératique phosphaté et glauconieux qui surmonte sans transition, une argile papyracée et attapulгите dépourvue de phosphate. Ce calcaire montre en inclusions des débris de l'argile papyracée dont les dimensions varient de quelques mm à 5 cm. La forme et la nature argileuse de ces débris indique un transport très faible.

Cet exemple permet de conclure qu'une partie au moins de l'attapulгите du phosphate provient de débris ou particules arrachés aux niveaux plus anciens.

3. — Montmorillonite et phosphate

L'exemple précédent de la région de Pobé montre que l'épisode phosphaté a peu modifié la teneur en montmorillonite, sinon dans le sens d'une augmentation qui compense en partie le recul de l'attapulгите.

Dans les niveaux phosphatés du Lutétien inférieur, la montmorillonite relaie l'attapulгите des niveaux non phosphatés sous jacents pour dominer la phase argileuse.

Au Lutétien « supérieur », les niveaux à montmorillonite proches de la couche 1, se chargent progressivement en phosphate sans que l'on voit de limite nette comparable à celles qui affectent les niveaux phosphatés des séries à attapulгите. Aucun antagonisme n'apparaît entre la montmorillonite et le phosphate dont les conditions de sédimentation paraissent proches si l'on en juge à l'aspect du dépôt.

Toutefois, en pleine couche phosphatée, on remarque un recul de la montmorillonite au bénéfice de la kaolinite, tandis que l'illite, absente jusque là, apparaît en très faible quantité.

4. — Kaolinite et phosphate

Dans la craie phosphatée, la kaolinite n'intervient qu'à peine, mais dans tous les autres niveaux à teneur plus importante, la minéralisation phosphatée coïncide avec une augmentation de la teneur en kaolinite.

5. — Conclusion

Contrairement à une opinion précédente (VISSE 1953), lorsque le phosphate survient, la phase argileuse est modifiée. En particulier, un antagonisme apparaît entre le phosphate et l'attapulгите.

Cet antagonisme peut être recherché dans les conditions de sédimentation : l'attapulгите avec son faciès finement feuilleté évoque une sédimentation calme, très différente du dépôt agité qu'indique le phosphate (1).

La montmorillonite, par contre, accompagne aussi bien l'attapulгите que le phosphate et semble donc s'accommoder de diverses conditions de sédimentation. La kaolinite, dont l'importance, inégale, est souvent faible, voit celle-ci augmenter dans les couches de phosphate.

On peut enfin remarquer que la glauconie, fréquente compagne du phosphate, semble avoir des relations analogues à celui-ci vis-à-vis des autres minéraux argileux.

(1) M. SLANSKY, Th. CAMEZ, G. MILLOT (1959).

V. — ROCHES CALCAIRES

Le calcaire est réparti dans des niveaux assez nombreux, souvent peu épais, en particulier près de l'affleurement. Les principaux bancs sont situés à la partie supérieure du Paléocène inférieur. Plus haut, les niveaux les plus importants se groupent à la partie supérieure de l'Yprésien. Au Lutétien, une formation calcaire d'une quinzaine de mètres d'épaisseur a été traversée par le sondage d'Atitogon, malheureusement les cuttings correspondants n'ont pas été conservés et n'ont donc pu être étudiés. Les autres niveaux calcaires lutétiens sont très peu épais.

A. — PALÉOCÈNE INFÉRIEUR

Le calcaire du sommet du Paléocène inférieur a une épaisseur très variable dans le bassin : 22 m au sondage de Bapodji, 17 m à celui de Kpénou, 5 m à Bopa. Près de l'affleurement, dans les régions d'Ahrilan, d'Akiza, de Tchito et de Tokpli, il est fractionné en niveaux ayant généralement moins d'un mètre d'épaisseur.

1. — Calcaire d'Ahrilan

Le calcaire d'Ahrilan est réparti en plusieurs bancs discontinus sur une épaisseur de 2 à 3 m. C'est un calcaire détritique, souvent gréseux, de teinte grise à orangée; la faune, rare, est à l'état de débris ou de moules internes indéterminables.

En lames minces, on distingue, dans un fond de calcite finement cristallisée, quelques débris de Lamellibranches aux contours estompés, de rares débris osseux, quelques Briozoaires et débris de Foraminifères, des grains de quartz aux formes variées, anguleux à arrondis. La glauconie est rare.

Ce calcaire, prospecté pour son utilisation éventuelle pour la fabrication de la chaux, a donné lieu à une série d'analyses chimiques. On constate qu'il est très peu magnésien, mais parfois très riche en silice provenant de quartz abondant. La présence de P_2O_5 , non dosé, a été décelée dans les échantillons 167, 169, 171.

Ech.	167	168	169	170	171	172	173
Si O ₂	4,80	5,55	19,50	5,75	18,15	14,80	30,60
Al ₃ O ₂	1,10	0,85	1,80	1,15	2,50	1,25	0,70
Fe ₂ O ₃	0,80	0,80	1,40	0,60	3,80	2,40	1,90
Ca O	50,30	50,35	41,20	50,45	40,00	44,30	36,20
Mg O	0,65	0,40	0,60	0,55	0,35	0,25	0,30
CO ₂	40,00	40,50	32,00	40,45	32,20	35,15	28,90
H 2O ⁺	0,60	0,15					
H 2O ⁻	0,55	0,60	1,20	0,55	2,00	1,10	1,05
	98,80	99,20	97,70	99,50	99,00	99,25	99,65

2. — Calcaire de Bapodji

L'échantillon examiné (éch. 592) provient d'une carotte du sondage de Bapodji, prise entre 72,75 et 75,75 m, soit vers le milieu de la formation calcaire. C'est un calcaire blanc grisâtre fortement gréseux, devenant souvent un grès calcaire.

En lame mince, fig. 1, pl. VIII, on distingue des grains de quartz très abondants, aux formes variées, dans une pâte de calcite finement cristallisée dans laquelle on devine encore quelques organismes repris. Les taches de glauconie sont rares.

La teneur en magnésie est également très faible dans ce calcaire :

Résidu siliceux	35,10
Hydroxydes	2,00
Ca O	34,60
Mg O	0,10
Mn O	tr.
P ₂ O ₅	tr.
C O ₂ calculé	27,30
	99,10

3. — Calcaire d'Illémon

L'échantillon examiné (éch. 590) provient d'une carotte du sondage d'Illémon prise entre 51,5 et 52,77 m. C'est un calcaire détritique blanc grisâtre à nombreux organismes.

Une lame mince montre des débris d'organismes divers très abondants, plus ou moins recristallisés, dans une pâte de calcite fine. On distingue encore des remplissages de calcite plus largement cristallisée, d'assez rares grains de quartz anguleux à arrondis, des grains de glauconie arrondis à contours nets.

Analyse chimique

Résidu siliceux	7,68
Hydroxydes	8,42
Ca O	45,35
Mg O	1,35
Mn O	0,02
P ₂ O ₅	tr.
CO ₂ calculé	37,10
	99,92

4. — Calcaire de Sanguéra

L'échantillon examiné (éch. 193) est un morceau de carotte du sondage de Sanguéra, prélevé vers 75 m de profondeur. C'est un calcaire détritique blanc coquillier dans lequel on distingue des inclusions pyriteuses, des débris blancs et des taches vertes phosphatées.

Une lame mince montre des débris d'organismes très abondants, très serrés, avec remplissage de calcite dans les interstices. La glauconie, rare, est en taches à contours flous. On ne voit pas de quartz.

5. — Conclusion

Le calcaire paléocène est donc généralement détritique et indique une sédimentation en milieu agité. Certains niveaux sont fortement gréseux et peu zoogènes; d'autres, au contraire, sont très coquilliers et sont dépourvus de quartz ou en contiennent peu. Les cuttings des sondages montrent que les faciès gréseux se groupent, en général, à la base de la formation et que le quartz disparaît ensuite progressivement vers le haut. Les niveaux supérieurs sont plus zoogènes. La glauconie est plus fréquente, et même parfois abondante, dans les niveaux plus élevés. L'ensemble est peu magnésien.

B. — YPRÉSIEN

Les niveaux calcaires de l'Yprésien se groupent surtout à la partie supérieure de l'étage et sont souvent plus ou moins phosphatés.

1. — Calcaire de Toffo

L'échantillon examiné (éch. 86) est un calcaire blanc jaunâtre fossilifère à inclusions phosphatées, prélevé à 7 m de profondeur dans un puits situé au kilomètre 88,250 de la voie ferrée.

En lame mince, on distingue, dans un fond de calcite fine, quelques organismes plus ou moins recristallisés, des inclusions arrondies de phosphate, de la glauconie, des débris de Foraminifères.

2. — Calcaire de Lokossa

L'échantillon examiné (éch. 594) est un morceau de carotte prélevé au sondage n° 2 de Lokossa, entre 27,5 et 30,5 m. C'est un calcaire détritique phosphaté et glauconieux gris.

En lame mince, on distingue, dans une pâte de calcite plus ou moins finement cristallisée, des nodules de phosphate aux formes irrégulières, des grains de glauconie plus ou moins rompus, des débris de calcaire, des débris d'organismes recristallisés, des Foraminifères.

Comme le précédent, cet échantillon témoigne d'une sédimentation en eau agitée.

3. — Analyses chimiques

Les analyses chimiques des deux échantillons précédents, figurées ci-dessous, ne rendent pas compte de la présence du phosphate pourtant bien visible en lame mince et macroscopiquement. L'irrégularité de la répartition des grains de phosphate dans la roche en est vraisemblablement la cause.

	Ech. 86	Ech. 594
Résidu siliceux .	5,25	3,50
Hydroxydes	1,25	1,40
Ca O	51,40	51,45
Mg O	0,40	1,20
CO ₂	40,40	41,70
P ₂ O ₅	0,40	0,05
	99,10	99,30

En résumé, l'apparition des principales formations calcaires, généralement détritiques, semble donc coïncider avec des périodes d'agitation du bassin de sédimentation. L'importance des calcaires est faible vis-à-vis des argiles et des marnes.

VI. — CONCLUSION

Cette étude pétrographique, destinée surtout à la reconstitution de l'histoire géologique du bassin, a fait apparaître un certain nombre de faits :

— La distinction entre sables marins et fluviatiles présente de grandes difficultés et les critères établis par A. CAILLEUX ne semblent pas être applicables ici. Cependant, les sables dont l'origine marine est certaine, se distinguent des autres par des formes nettement plus arrondies. Aussi, la forme des grains et les indications dynamiques tirées des courbes granulométriques permettent-elles tout de même d'émettre des hypothèses plausibles sur le milieu de sédimentation.

— L'étude des argiles et des marnes fournit des résultats très homogènes; les divers minéraux argileux s'associent et se relaient de façon extrêmement ordonnée tout au long de la série stratigraphique.

— L'arrivée du phosphate coïncide avec des conditions de sédimentation très agitée. En même temps, la composition de la phase argileuse est modifiée.

— Les calcaires sont généralement détritiques et correspondent également à une période d'agitation dans le bassin.

QUATRIÈME PARTIE

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN

L'étude pétrographique qui vient d'être faite, ajoutée à l'étude stratigraphique et structurale, permet maintenant d'aborder une reconstitution historique des changements successifs ayant affecté le continent, la sédimentation, la mer.

I. — MÉTHODES

Ce problème historique comporte de nombreuses inconnues et il est intéressant d'examiner au préalable certaines des méthodes permettant de l'aborder :

- L'utilisation de la faune.
- L'utilisation individuelle des faciès.
- L'utilisation des successions de faciès.

A. — UTILISATION DE LA FAUNE

La répartition des Foraminifères vivant dans le golfe du Mexique a été étudiée par S. W. LOWMAN (1949). Cette étude est particulièrement intéressante car on retrouve dans la microfaune citée la plupart des genres qui ont été recueillis dans le Crétacé et l'Eocène du Dahomey. On remarque notamment que :

- Les genres *Eponides*, *Bolivina*, *Uvigerina*, *Cibicides*, vivent à des profondeurs variant entre 30 et plus de 1 000 m.
- Le genre *Haplophragmoïdes* se cantonne volontiers aux faibles profondeurs, mais on le rencontre aussi à plus de 1 000 m.
- Les genres *Robulus* et *Planulina* semblent se localiser plutôt entre 50 et 120 m.

Quant aux *Globorotalia*, *Globigerina*, formes pélagiques, elles ne peuvent fournir aucune indication de profondeur.

Les Ostracodes (N. GREKOFF in PIVETEAU, 1952) paraissent par contre, indiquer plus nettement des conditions de dépôt peu profondes et littorales.

La macrofaune recueillie est généralement peu abondante et il semble difficile d'en tirer des indications bathymétriques précises. Seul le calcaire paléocène a fourni de nombreuses espèces; pour F. TESSIER (1952), cette faune, en partie commune pour le Sénégal et le Togo, indique « une mer chaude, limpide, aérée, peu profonde (grossière estimation de profondeur maximum : 50 m), à tendance récifale en certains points, ... sur des fonds rocheux entrecoupés de quelques bancs sableux ».

Enfin, on pense que les Nummulites vivaient en conditions littorales.

B — UTILISATION INDIVIDUELLE DES FACIÈS

Le terme « faciès » est utilisé dans le sens donné par E. HAUG : ensemble des caractères pétrographiques et paléontologiques que présente un dépôt en un point déterminé.

Un faciès particulier, pris indépendamment des formations environnantes, fournit une idée plus ou moins précise des conditions dynamiques, physico-chimiques ou biologiques qui ont présidé à la naissance et à la mise en place du dépôt correspondant. Mais dans quelle mesure donne-t-il des caractéristiques du milieu de genèse, en particulier la nature et la profondeur du bassin de sédimentation ?

1. — Nature du bassin

L'étude des roches clastiques a montré qu'il est souvent difficile de distinguer un dépôt marin d'un dépôt continental. La composition minéralogique des roches argileuses n'est pas plus caractéristique de la nature du bassin : « Ce sont les conditions de sédimentation qui règlent la genèse des minéraux argileux et non les milieux de genèse eux-mêmes » (MILLOT, 1949). La glauconie, toutefois, semble faire exception en caractérisant un milieu marin; mais encore faut-il signaler la récente publication de M. G. DIADCHENKO et Y. A. KHATOUNTZEVA (1956) qui décrit une néoformation de glauconie en milieu continental.

La faune reste donc le plus sûr critère pour indiquer la nature du milieu de genèse.

2. — Profondeur du bassin

Les phénomènes ayant réglé la mise en place des sédiments dans un bassin marin, sont complexes; les conditions anciennes de dépôt paraissent être différentes des conditions actuelles. Aussi paraît-il difficile de déduire une profondeur de caractères pétrographiques. C'est notamment l'opinion de R. A. SONDER (1946) : « On est donc amené à se demander si une science des faciès en fonction de la profondeur se justifie de quelque manière... ». De son côté, N. M. STRAKHOV (1957), après diverses remarques concernant notamment les profondeurs de formation actuelle des roches oolithiques, des phosphorites et de la glauconie, est tout de même amené à conclure : « Nous devons avouer que la détermination des profondeurs absolues des bassins anciens se trouve encore à un stade peu satisfaisant ».

En résumé, si la faune peut indiquer la nature d'un bassin et éventuellement donner quelques indications sur sa profondeur, en son absence, un faciès isolé reste souvent impuissant à définir les caractéristiques de son milieu de genèse.

C. — UTILISATION DES SUCCESSIONS DE FACIÈS

L'utilisation des variations horizontales ou verticales du faciès semble devoir être beaucoup plus féconde.

1. — Séquences lithologiques

A cours de ces dernières années, A. LOMBARD (1953 et 1956) a attiré l'attention sur l'intérêt de l'analyse séquentielle des séries lithologiques. Il définit une séquence positive qui évolue de bas en haut depuis les clastiques grossiers aux clastiques fins puis aux colloïdes et aux calcaires, et une séquence négative dans laquelle on passe des calcaires aux colloïdes et aux clastiques.

Ces séquences peuvent être incomplète; elles peuvent intéresser des formations de faible épaisseur ou des ensembles plus importants comme ceux dont il est surtout question ici.

L'interprétation géodynamique d'une séquence peut être considérée de plusieurs façons :

— Au cours du remplissage d'un bassin sédimentaire, les matériaux se classent horizontalement, du littoral vers le large, selon le schéma classique (1) : clastiques grossiers, clastiques fins, argile détritique, calcaire. Ainsi, en un même lieu, au cours d'une transgression, la distance à la côte augmente et entraîne une séquence verticale positive; au cours d'une régression, la distance à la côte diminue, et les sédiments se classent verticalement suivant une séquence négative.

— Mais la nature du dépôt ne dépend pas seulement de la distance à la côte, mais aussi, et pour une part très importante, des conditions d'apport (R. A. SONDER, 1946) : des cours d'eau à courant rapide permettent d'apporter toutes les catégories de sédiments vers le bassin, mais si le courant diminue, les clastiques ne peuvent être transportés, et avec un courant plus faible, seules les solutions parviennent à la mer. Cette façon de voir ne s'oppose pas, semble-t-il, à la précédente, au contraire : au cours d'une transgression, le relief s'atténue, l'énergie des eaux faiblit et favorise le classement des dépôts en une séquence positive. Au cours d'une régression, le relief est rajeuni, la capacité de transport des eaux augmente, favorisant la séquence négative.

— Cependant, l'apport ne dépend pas uniquement de la capacité de transport des eaux. Le rôle de l'origine des matériaux est essentiel, et il convient de tenir compte de la pédogénèse et du climat.

2. — Importance de la pédogénèse et du climat

H. ERHART (1955 et 1956) a attiré l'attention sur l'importance de la pédogénèse dans l'érosion des continents : en général l'érosion attaque plus les sols que les roches mères elles-mêmes.

(1) Ce classement horizontal n'est réalisé que dans un bassin bien ouvert vers le large, comme c'est probablement le cas ici. Dans un bassin étroit ou fermé, il y a souvent mélange des diverses catégories d'apports.

Le rôle de la forêt est essentiel. En particulier, dans une région stable, chaude et humide, ce qui semble avoir été le cas de l'Afrique occidentale à l'Eocène, une grande forêt ombrophile se développe, entraînant la latéritisation des sols dans lesquels deux phases apparaissent :

- Une phase résiduelle qui groupe, en particulier, le quartz, les oxydes de fer et d'alumine, la kaolinite.
- Une phase migratrice qui comprend la silice provenant des silicates, les alcalins et alcalino-terreux, le phosphate.

En période « biostatique », latéritisante, seule la phase migratrice alimente le bassin de sédimentation car le couvert végétal empêche l'érosion directe des sols.

En période « rhéxistatique », par suite de la détérioration du climat ou d'une phase tectonique, la forêt ne protège plus les sols qui sont érodés. Le bassin est alors surtout alimenté par la phase résiduelle. Cette alimentation par voie détritique, beaucoup plus rapide que l'alimentation chimique, masque alors complètement cette dernière.

L'alimentation par la phase résiduelle provoque le dépôt de formations ferrugineuses, d'argiles kaoliniques, de sables et de grès. Pour H. ERHART, l'alimentation par la phase migratrice est à l'origine des calcaires, dolomies, roches siliceuses. G. MILLOT, H. RADIER, M. BONIFAS (1957) adjoignent logiquement à ces formations les argiles néoformées pauvres en alumine et riches en magnésium, soit l'attapulгите, la sépiolite, la montmorillonite (2).

Ainsi, apparaissent deux modes de classement des sédiments dans le bassin. Dans le premier mode, l'ordre des dépôts est réglé par les variations d'intensité des courants qui transportent les produits arrachés au continent. Dans le second mode, les apports au bassin sont tributaires de la séparation opérée par la formation des sols.

G. MILLOT (1957) montre que ces mécanismes aboutissent à deux cycles sédimentaires différents, apparemment irréductibles l'un à l'autre. Mais il ajoute : « Il est sûr que ces mécanismes, en dehors des cas extrêmes, rivalisent ».

Aussi, pour débrouiller l'histoire géologique du bassin, importe-t-il d'essayer d'évaluer la part qui revient à chacun de ces mécanismes. Pour mener à bien cette évaluation, il convient d'examiner le rôle de la sédimentation argileuse dont l'importance est ici très grande.

3. — Sédimentation argileuse

G. MILLOT (1957) a précisé les trois modes de sédimentation argileuse :

- par transport de particules arrachées directement à la roche-mère,
- par transport de particules arrachées à un sol,
- par néoformation à partir de solutions.

Les argiles néoformées ne dominent dans le sédiment que lorsque la part d'alimentation particulière est restreinte, c'est-à-dire dans quatre cas :

- le dépôt est très éloigné du continent,
- l'énergie des eaux du continent est très faible à cause d'un relief très plat,
- les apports ne proviennent pas du continent proche sur lequel règne un climat très sec.
- le continent est en voie de latéritisation au cours d'une période biostatique.

La position du bassin et le relief actuel du moyen et nord-Dahomey éliminent les deux premiers cas, et aucun argument ne milite en faveur d'un climat absolument sec à l'Eocène dans cette région. Aussi, l'attapulгите et la montmorillonite apparaissent comme caractéristiques d'une période biostatique à continent en voie de latéritisation.

(2) La montmorillonite peut se former dans les sols de savanes et arriver alors au bassin de sédimentation par voie détritique. Mais, lorsqu'il y a latéritisation, la montmorillonite est absente des sols ou n'y est représentée qu'à l'état de traces, et sa présence dans le bassin implique des phénomènes de néoformation.

Au contraire, lorsque l'alimentation particulière domine, c'est la kaolinite qui constitue la majeure partie de la phase argileuse.

Ce double point de vue est très bien illustré par l'étude de H. RADIER (1957) dans le bassin de Gao. Mais au Dahomey et au Togo, la fréquence des mélanges ou des alternances de kaolinite, montmorillonite, attapulgite, oblige à rechercher des critères supplémentaires.

a) *Relations entre la kaolinite, la montmorillonite, l'attapulgite*

La comparaison entre les roches argileuses des sondages de Bopa et d'Hétin sotta a montré que la teneur en kaolinite est plus importante en bordure du bassin, que l'attapulgite prend au contraire de l'importance vers le large. Dans cette dernière zone, le rôle de la kaolinite est faible et l'accroissement de la teneur en attapulgite amène une diminution de celle en montmorillonite.

Mais cette constatation est fondée sur des variations de teneurs relativement faibles et ne pourrait servir de base solide si une confirmation n'était apportée par des observations faites au Sénégal.

La première observation concerne le sondage de Sangalcam, situé en plein cœur du bassin sénégalais : le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur, épais d'environ 500 m, ont une phase argileuse constituée uniquement d'attapulgite et de sépiolite.

Les autres observations sur l'Eocène sont dues à P. ELOUARD (1959) dans la vallée du Sénégal; elles sont extrêmement précieuses :

- à 65 km de la bordure du bassin, la phase argileuse ne contient que de l'attapulgite,
- lorsque l'on se rapproche de la bordure, la montmorillonite intervient et prend de l'importance : autant d'attapulgite que de montmorillonite à 24 km du socle,
- tout près de la bordure, il y a passage latéral à des faciès kaoliniques argilo-sableux.

Avant d'interpréter ces observations, il convient d'ajouter quelques remarques :

- L'attapulgite, par son faciès papyracé ou finement feuilleté évoque des conditions de sédimentation particulières, en milieu très calme.
- La montmorillonite, beaucoup plus fréquente, semble être bien plus indépendante des conditions de sédimentation.
- Le fait que la synthèse au laboratoire de la montmorillonite ait pu être faite tandis que celles de l'attapulgite et de la sépiolite aient échoué (F. A. MUMPTON and R. ROY, 1958) peut aussi suggérer que la néoformation de ces deux minéraux est liée à des conditions plus strictes.

L'interprétation est maintenant possible. Il a été montré précédemment qu'attapulgite et montmorillonite caractérisent un état biotasiq ue du continent. Mais il est probable qu'en dehors de rares cas extrêmes, une certaine sédimentation détritique ne cesse de se faire sentir dans le bassin. Son influence est prépondérante en bordure, puis elle s'atténue progressivement vers le large pendant que la sédimentation chimique, au contraire, se développe.

La sédimentation détritique de bordure est caractérisée par la kaolinite. La sédimentation chimique, au large où des conditions particulières sont remplies, fournit l'attapulgite et la sépiolite. Entre ces deux zones s'intercale une bande dans laquelle l'apport détritique est réduit mais où les conditions de stabilité de l'attapulgite ne sont pas remplies, c'est le domaine de la montmorillonite.

Ainsi, apparaît, du bord du bassin vers le large, une répartition horizontale kaolinite-montmorillonite-attapulgite qui, en adoptant la terminologie de A. LOMBARD, forme une *séquence positive*. C'est une séquence à cheval sur la sédimentation détritique et chimique et elle peut être comparée à une séquence de LOMBARD de type argile (détritique)-calcaire-dolomie. Elle confirme le rôle important joué par les argiles néoformées dans les cycles sédimentaires, rôle sur lequel G. MILLOT a maintes fois insisté. Les zones caractérisées par chacun des trois minéraux argileux se chevauchent assez largement.

L'intérêt paléogéographique de la séquence positive qui vient d'être définie, est certain. Elle traduit l'influence du continent et, en un même lieu, la succession verticale kaolinite-montmorillonite-attapulгите peut être expliquée par une transgression. Inversement, une régression peut être accompagnée d'une séquence négative attapulгите-montmorillonite-kaolinite.

Cependant, l'étude pétrographique a montré que la présence du phosphate coïncide également avec une modification de la phase argileuse. Il importe donc d'essayer d'interpréter cette variation.

b) Rôle du phosphate

L'attapulгите n'est généralement pas phosphatée; inversement, la présence de phosphate semble s'opposer à la néoformation de l'attapulгите, le peu d'attapulгите contenu dans les niveaux phosphatés provenant vraisemblablement de débris arrachés au fond marin.

Le cas du niveau phosphaté yprésien de la région de Pobé est particulièrement évocateur. Il peut être interprété de la façon suivante :

— Au mur, le faciès papyracé de l'argile évoque une sédimentation calme. La composition minéralogique est la suivante : A 50 %, M 40 %, K 10 %. L'influence des apports détritiques du continent est donc faible.

— Dans la couche, dont l'apparition est brutale, l'attapulгите recule (10 %), la montmorillonite augmente légèrement (60 %), la kaolinite plus nettement (30 %). Une séquence négative s'amorce, et on pourrait conclure à une régression. Mais l'aspect du dépôt montre qu'un nouveau phénomène est intervenu : la sédimentation auparavant calme est devenue brusquement très agitée. L'apparition du phosphate paraît donc surtout être liée à la venue d'un courant marin puissant. Ce même courant, par les modifications qu'il apporte au milieu, pourrait être la cause du recul de l'attapulгите.

L'augmentation de la teneur en kaolinite peut être également expliquée par l'agitation de la mer qui permet le transport plus lointain des dépôts détritiques de bordure.

— Au toit de la couche, la minéralisation phosphatée a disparu, le dépôt prend un aspect plus calme, mais la montmorillonite est encore le seul sédiment chimique (50 %), la teneur en kaolinite est importante (50 %). La séquence négative se développe donc et, à moins que le courant phosphatogène disparu ait provoqué des perturbations durables dans le milieu, il semble que l'on puisse songer plus sûrement à une régression.

— Au dessus encore, l'attapulгите reparaît (20 %), la kaolinite recule (20 %); ou bien les effets perturbateurs du courant phosphatogène ont cessé de se faire sentir, ou bien la mer tend à reprendre son niveau primitif : transgression.

Il n'est donc pas exclu que la variation de la composition de la phase argileuse traduise une variation du niveau de la mer au moment du dépôt du phosphate. Mais le premier rôle semble avoir été joué par un courant marin puissant agitant le milieu, érodant le fond. Ce courant n'est pas venu du continent car la sédimentation chimique est restée dominante, mais vraisemblablement du large, en accord avec la théorie de A. KAZAKOV (1950).

La cause de la venue brutale de ce courant puissant n'apparaît pas aisément. Un seuil brusquement rompu séparant le bassin de la haute mer paraît difficile à imaginer car la faune recueillie tout au long du Crétacé et de l'Eocène amène au contraire à envisager une communication facile avec de nombreux autres bassins. Il est probable que cette agitation brusque de la mer n'est pas due à des causes locales, mais à un phénomène général comme en témoigne la fréquence des niveaux phosphatés dans les bassins éocènes africains.

Au Lutétien inférieur, la minéralisation phosphatée commence aussi brutalement, témoigne d'une agitation très importante des eaux et entraîne la disparition de l'attapulгите tandis que la teneur en kaolinite augmente provisoirement. Mais au toit, la minéralisation phosphatée ne disparaît que progressivement et l'attapulгите ne reparaît pas, laissant la montmorillonite

dominer la phase argileuse. La séquence négative est ici plus certainement l'image d'un phénomène général, une régression, qu'un accident dû à l'arrivée brusque du phosphate.

Au Lutétien « supérieur », l'attapulгите n'intervient pas dans la partie connue du bassin. L'apparition du phosphate n'est pas aussi brutale que dans les niveaux sous-jacents; les pseudo-oolithiques témoignent d'une agitation certaine des eaux, mais pas de courants aussi violents qu'à l'Yprésien ou à la base du Lutétien. La phase argileuse du phosphate montre un recul de la montmorillonite au bénéfice de la kaolinite : on retrouve une séquence négative et, comme le confirment d'autres faits, une régression.

En résumé, la séquence positive kaolinite-montmorillonite-attapulгите et la séquence négative attapulгите-montmorillonite-kaolinite peuvent être, à l'image des autres séquences positives ou négatives, interprétées respectivement par une transgression et une régression. L'arrivée du phosphate coïncide avec une séquence négative qui, au Lutétien, correspond vraisemblablement à une régression (1). Mais dans les petits niveaux phosphatés sous-jacents, si la régression est également possible, l'arrivée d'un courant violent issu du large semble jouer un rôle important dans la composition minéralogique de la phase argileuse.

4. — Interprétation paléogéographique des successions de faciès

Le cas de la sédimentation argileuse et phosphatée, si importante dans le bassin, ayant été examiné, il est maintenant possible d'évaluer les parts respectives qui reviennent, dans la sédimentation locale, aux deux modes de classement des sédiments d'un bassin, c'est-à-dire le cycle précisé par A. LOMBARD auquel se joint la séquence définie plus haut, et la séparation bio-rhexistasique complétée en ce qui concerne les argiles néoformées.

La sédimentation argileuse donne la clé de cette évaluation. En effet, il a été montré que, lorsque dans le bassin de sédimentation l'attapulгите et la montmorillonite dominent par rapport à la kaolinite, un état *biostasique* caractérise le *continent*. Mais de plus, les minéraux argileux se classent horizontalement à l'intérieur du bassin suivant une séquence comparable à celles de LOMBARD.

Il est intéressant de voir maintenant si cette distinction entre un classement sur le continent et un classement dans le bassin de sédimentation s'applique également au cas de la sédimentation détritique dominante.

Dans ce cas, dans le cadre de la classification de H. ERHART un état *rhexistasique* règne sur le *continent*, c'est-à-dire que le climat a été modifié ou que le relief a été rajeuni, que les sols sont érodés. Deux cas se présentent alors :

- Si l'érosion des sols est très lente et progressive, par exemple si le climat se détériore lentement, les sols latéritiques sont érodés de haut en bas, et au bassin de sédimentation arriveront successivement les végétaux, les oxydes de fer, la kaolinite, les sables. Il n'y aura qu'une même répartition verticale des faciès dans l'ensemble du bassin. Les transgressions et les régressions ne laisseront aucune empreinte sur la séquence lithologique verticale.
- Mais le mode précédent semble être exceptionnel et, dans le cas général, notamment lorsqu'il y a rajeunissement du relief, l'érosion est plus vigoureuse et intéresse l'ensemble du sol : les cours d'eau ne recueillent plus uniquement les produits de ruissellement de surface, mais sapent les berges, creusent leurs lits, etc... Dans ce cas, le bassin de sédimentation est alimenté par un mélange de matériaux qui se classent horizontalement suivant une séquence positive en partant de la côte. Transgressions et

(1) On peut remarquer que les niveaux phosphatés de ce bassin, situés en bordure d'une zone subsidente, s'intègrent bien dans les « phosphates régressifs » définis par L. VISSE (1953).

régressions laisseront alors leur empreinte sur les sédiments par des *séquences verticales* positives et négatives (1).

Ainsi, les observations faites dans le cadre régional conduisent à conclure que la bio-rhexistasie règle les catégories d'apports arrivant dans le bassin de sédimentation, alors que ces apports se répartissent ensuite horizontalement selon une séquence positive entrant dans la classification de A. LOMBARD.

Pour la paléogéographie, ces remarques sont précieuses :

- *Dans le système bio-rhexistasique, les faciès renseignent sur l'état du continent;*
- *Les classifications en séquences positives et négatives peuvent renseigner sur les mouvements de la mer dans le bassin.*

Dans le raisonnement précédent, il a été question de deux séquences positives horizontales dans le bassin, l'une étant liée à un état biostasique du continent, l'autre à un état rhexistasique. Transgressions et régressions transforment ces séquences horizontales en séquences verticales. Mais il est également intéressant de voir comment évolue la sédimentation verticalement indépendamment des mouvements de la mer, et comment s'établit le passage entre les deux séquences.

Prenons le cas de la rhexistasie : si aucun rajeunissement du relief n'intervient, la capacité de transport des cours d'eau va décroître progressivement et les matériaux parvenant au bassin deviendront de plus en plus fins; il s'y établira un « granoclassement » vertical.

Passons maintenant à la biostasie. D'une part, il semble qu'elle ne puisse exister que lorsque l'érosion du continent n'est plus trop vigoureuse, d'autre part, la végétation qui se développe va multiplier les obstacles à l'érosion, et les particules qui pourront être entraînées deviendront de plus en plus fines. Parmi ces particules, on pourra trouver des débris de produits latéritiques du nouveau sol encore insuffisamment protégé. Ensuite, la sédimentation chimique prendra progressivement possession du bassin. On passe donc verticalement des dépôts rhexistasiques aux dépôts biostasiques par une séquence positive normale.

Parmi les dépôts chimiques de la biostasie, il est possible qu'existe également une évolution verticale montmorillonite-attapulгите, la phase migratrice tendant vraisemblablement à contenir de moins en moins d'alumine.

Dans tous ces raisonnements, il n'a pas été fait mention du calcaire : il n'intervient généralement que par petits niveaux dispersés liés à des conditions particulières du bassin de sédimentation, et sa position dans le cycle chimique est difficile à établir dans ce bassin. Dans la série virtuelle locale, qui semble se présenter sous la forme : clastique, kaolinite, phosphate, montmorillonite, attapulгите, il se place certainement avant l'attapulгите et très près de la montmorillonite. Mais il paraît difficile de mieux préciser, les sondages ne permettant pas d'analyses séquentielles suffisamment fines.

En résumé, *dans le cadre du bassin, le mécanisme bio-rhexistasique et la « série virtuelle générale » de A. LOMBARD ne s'opposent pas, mais au contraire se complètent.* Le premier divise les matériaux sur le continent, la seconde reflète le classement opéré dans le bassin de sédimentation.

En l'absence de mouvements de la mer, les sédiments se classent verticalement suivant une grande séquence positive; une transgression accentue le caractère positif; une régression est généralement la cause d'une séquence négative.

(1) En fait, même dans ce cas, il est probable que la classification opérée sur le continent par la latéritisation peut laisser son empreinte dans le bassin de sédimentation, en localisant par exemple, de préférence, les oxydes de fer dans les niveaux de base.

D. — CONCLUSION

La reconstitution de l'histoire géologique d'une région présente de nombreuses difficultés dont certaines paraissent être insurmontables. Cependant, une telle fresque peut être tentée sans trop de présomption car la paléontologie et la pétrographie concourent à fixer un certain nombre de repères, tandis que les successions et groupements de faciès sont des instruments précieux pour indiquer le sens des variations affectant le continent et le bassin de sédimentation.

II. — INTERPRÉTATIONS PALÉOGÉOGRAPHIQUES

Après l'examen de certaines méthodes utilisables en paléogéographie, il est maintenant possible d'aborder la reconstitution systématique de l'histoire géologique du bassin.

Cette reconstitution commence au Crétacé supérieur, car on ne peut encore rien dire des périodes antérieures, sinon qu'elles ont abouti à laisser à découvert, dans la partie nord du bassin, un socle ancien grossièrement plan et faiblement incliné vers le centre du golfe de Guinée.

A. — MAESTRICHTIEN

a) *Le bassin de sédimentation*

La sédimentation du Crétacé supérieur peut être répartie dans les deux zones représentées sur la figure 88.

Dans la première zone, la série est simple : la partie inférieure est sableuse, la partie supérieure est argileuse. Le passage entre les deux faciès est progressif et à cet endroit, mais à une certaine distance de la bordure du bassin seulement, apparaissent des niveaux ligniteux et parfois des argiles à feuilles. Dans la région la plus éloignée du socle, à Ouinhi et Issaba notamment, les argiles de la partie supérieure passent à des marnes.

On reconnaît donc là une séquence positive qui suggère une transgression confirmée, d'autre part, par les caractères suivants :

- Les sables de base sont anguleux et grossiers et évoquent un dépôt fluvial.
- Les sables de la partie moyenne (puits du génie rural à Kétou) peuvent correspondre à des dépôts côtiers ou d'estuaires.
- Les niveaux ligniteux de la zone de passage sable-argile correspondent vraisemblablement à un milieu lagunaire ou de delta.
- A la partie supérieure des argiles, apparaît une faune marine.

Donc, dans cette zone, la mer envahit progressivement le plateau continental au cours du Maestrichtien. Les érosions ultérieures ne permettent pas de préciser l'extension maximum de la mer. Des Lamellibranches à tests épais et ornés comme *Roudaireia drui* et les Ostracodes semblent indiquer une mer peu profonde.

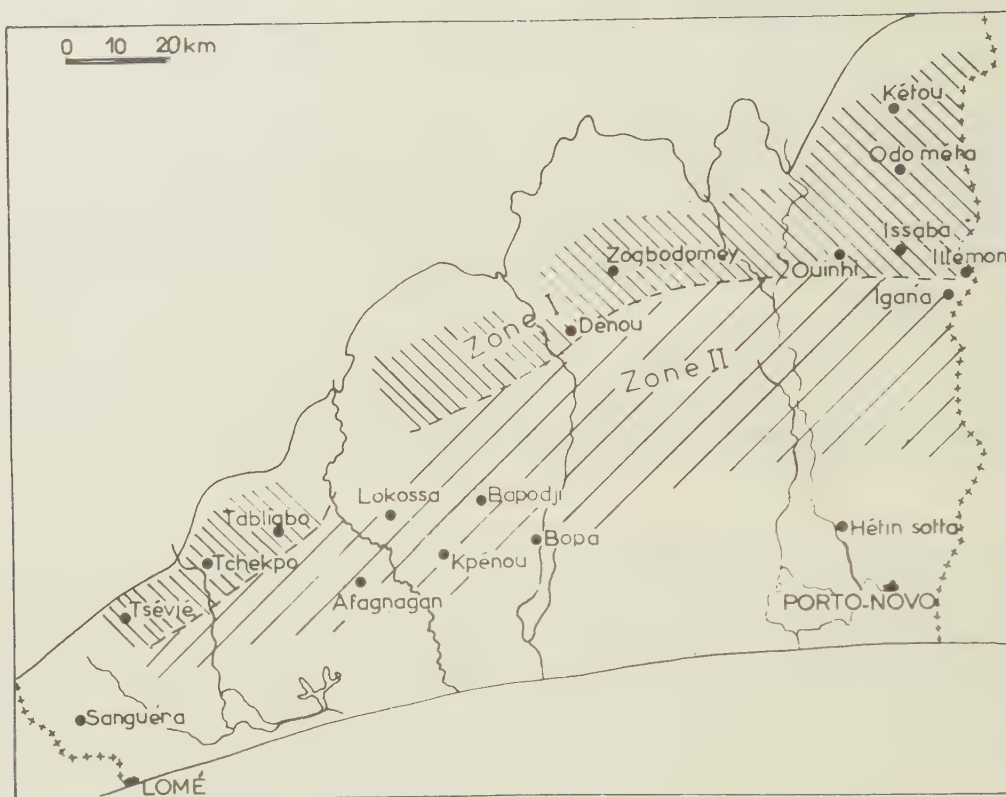


FIG. 88. — Zones de répartition des faciès crétacés

La deuxième zone présente une série stratigraphique compliquée par la modification de la moitié supérieure du Maestrichtien. Cette formation, presque uniquement argileuse dans la première zone, devient ici marneuse avec des passées calcaires. Cette modification ne serait pas étonnante, puisque l'on est plus éloigné de la bordure du bassin, si à ces faciès ne s'ajoutaient encore des niveaux sableux ou gréseux qui n'existent pas dans la zone précédente. Ces apports clastiques ne proviennent donc vraisemblablement pas en ligne directe du continent situé plus au Nord. D'ailleurs, l'examen morphoscopique de ces sables montre qu'ils ont subi un transport important.

La raison de la présence de ces éléments clastiques supplémentaires semble pouvoir être trouvée à Lokossa. En effet, le sondage n° 2 (fig. 48) montre un Maestrichtien presque uniquement sableux dans lequel on n'observe pas la séquence positive existant partout ailleurs. On peut alors imaginer, par exemple, que cette région est restée située, au cours de l'invasion marine du bassin, en face de l'estuaire d'un grand fleuve passant sur des reliefs encore importants; les dépôts sont donc restés continuellement grossiers et, à la faveur de courant côtiers analogues à ceux qui existent à l'heure actuelle, ils ont pu être répartis dans les régions voisines normalement alimentées par des matériaux plus fins.

Outre la répartition en deux zones, la sédimentation montre une évolution E-W : les dépôts sableux de la base sont beaucoup moins développés au Togo qu'au Dahomey. L'extrême Ouest du bassin était donc à l'abri des courants forts apportant les produits détritiques les plus grossiers; il est difficile d'en déterminer la raison; peut-être est-elle liée au tracé des cours d'eau.

b) *Le continent*

Le bassin reçoit surtout des matériaux détritiques : quartz et minéraux argileux où la kaolinite est très largement dominante. La période est donc rhexistasique, les sols et les roches mères sont attaquées directement par l'érosion.

Dans la partie supérieure de l'étage, les reliefs s'atténuent; mais certaines zones restent élevées et continuent à fournir localement au bassin des matériaux grossiers.

Les niveaux ligniteux fréquents montrent que la végétation est abondante, au moins à partir du milieu de l'étage. Quelques épisodes à attapulгите et montmorillonite, et des carbonates, indiquent que des sols latéritiques tendent à se développer, en particulier vers la fin de l'étage. D'ailleurs à Dénou (fig. 31) la partie supérieure du Maestrichtien montre deux niveaux argileux à concrétions ferrugineuses provenant vraisemblablement de la destruction de sols latéritiques.

En résumé, au cours du Maestrichtien, la mer envahit progressivement un bassin alimenté par des matériaux arrachés aux roches et aux sols du continent. Mais, dans la seconde partie de l'étage, à la faveur de l'atténuation du relief et d'un climat peut être plus favorable, une végétation abondante et des sols latéritiques se développent et tendent à modifier la sédimentation. Celle-ci reste cependant surtout détritique et même localement grossière.

B. — *PALÉOCÈNE INFÉRIEUR*

a) *Le bassin de sédimentation*

Au Paléocène inférieur, les faciès restent en partie détritiques d'abord, avec des passées gréso-calcaires ou sableuses, en particulier dans la zone 2 définie pour l'étage précédent (fig. 88). Mais le caractère chimique de la sédimentation ne fait que s'affirmer : dès le bas du sous-étage, la montmorillonite constitue la moitié de la phase argileuse et au sommet, le calcaire zoogène, parfois phosphaté et glauconieux, marque la fin de la sédimentation détritique.

La séquence lithologique est toujours positive; la transgression semble se poursuivre. Toutefois, d'après la faune, le bassin reste peu profond, la mer est chaude et aérée.

On peut remarquer que le développement du calcaire paléocène est lié à une agitation des eaux : là où il est le plus développé, à Bapodji, Kpénou, Issaba, Illémon, il est fréquemment gréseux à la base.

b) *Le continent*

L'importance croissante de la sédimentation chimique dans le bassin signifie qu'une ère biostasique commence sur le continent où les sols latéritiques se développent. Cependant certains reliefs restent soumis à l'érosion directe et pendant une bonne partie du sous-étage et la kaolinite parviennent encore en quantités importantes dans le bassin.

C. — PALÉOCÈNE SUPÉRIEUR

a) *Le bassin de sédimentation*

Dès le début du sous-étage, la sédimentation chimique est largement dominante : petit niveau glauconieux et phosphaté à la base, puis argile et marne à attapulгите et montmorillonite. Les niveaux s'épaississent vers le large sous l'effet de la subsidence.

La glauconie et le phosphate de la base montrent que l'eau est d'abord agitée dans le bassin; mais les faciès papyracés qui suivent évoquent au contraire le plus grand calme. Les courants marins cessent donc dans cette région, sans toutefois que le bassin se ferme, car la microfaune à *Globorotalia* a une valeur mondiale. Le bassin peut s'être approfondi car les Ostracodes sont plus rares et les espèces dominantes sont pélagiques.

Vers le sommet de la formation papyracée apparaissent localement des Nummulites qui, traditionnellement, indiquent des conditions littorales; un peu plus haut, dans la partie centrale du bassin, l'attapulгите disparaît au bénéfice de la montmorillonite et surtout de la kaolinite. Une séquence négative apparaît donc. La kaolinite montre que l'influence du littoral est plus marquée, et on peut conclure à une régression. Celle-ci est plus plausible qu'une modification des apports venant du continent car dans l'Ouest du bassin, à Afagnagan, l'attapulгите ne paraît pas subir la même éclipse.

b) *Le continent*

Sur le continent, c'est la biostasie. Sous une forêt ombrophile, dans un climat chaud et humide, les sols latéritiques sont développés. L'érosion directe est restreinte et les cours d'eau entraînent surtout la phase migratrice des sols vers le bassin de sédimentation.

D. — YPRÉSIEN

a) *Le bassin de sédimentation*

Au début de l'étage, la sédimentation est dominée par la montmorillonite et la kaolinite. Puis on constate une diminution de la proportion de kaolinite et l'attapulгите reparaît, prenant rapidement la première place dans la phase argileuse des roches. La séquence est donc à nouveau positive, l'influence de la kaolinite du littoral s'atténue progressivement, une transgression est vraisemblable.

Les faciès papyracés, qui avaient disparu pendant l'éclipse de l'attapulгите, reparaissent brusquement avec elle, marquant le retour d'une grande tranquillité dans le bassin.

On peut remarquer qu'au Paléocène supérieur, les formations à attapulгите sont précédées d'un niveau glauconieux; il en est de même à l'Yprésien dans la région de Toffo (fig. 34). Si la sédimentation à attapulгите correspond bien à un approfondissement du bassin, on peut supposer qu'au cours de son mouvement relatif vers le bas, le fond marin passe par une profondeur favorable à la glauconie, soit environ 200 m d'après les observations actuelles (STRAKHOV 1956). Dans cette hypothèse, la néoformation de l'attapulгите correspondrait à des fonds supérieurs à 200 m.

La comparaison des faciès papyracés yprésiens d'Afagnagan avec ceux de Bopa, montre que la proportion d'attapulgit y est plus forte. Cette remarque, jointe à la possibilité de persistance de l'attapulgit au sommet du Paléocène et à la base de l'Yprésien, amène à penser que la région d'Afagnagan correspond à une zone plus profonde du bassin.

Enfin, vers le sommet de l'Yprésien, des intermèdes phosphatés souvent calcaires et glauconieux interrompent localement les niveaux feuilletés à attapulgit. Ils correspondent à l'apparition de courants marins puissants et peut être à des régressions provisoires.

b) *Le continent*

Aucun changement ne semble avoir affecté le continent au cours de l'Yprésien et la biostase est toujours la règle.

E. — LUTÉTIEN

a) *Le bassin de sédimentation*

Au Lutétien, la sédimentation évolue considérablement. L'attapulgit disparaît dans la partie connue du bassin; la montmorillonite domine d'abord largement, puis elle recule au bénéfice de la kaolinite. Dans la partie supérieure de l'étage, on remarque même des niveaux sableux. Il s'agit donc d'une grande séquence négative, correspondant à une régression comme le confirme, semble-t-il, la lacune d'une partie importante du Lutétien au Togo, dans la région d'Akoumapé.

A la base de l'étage, les niveaux phosphatés gardent l'empreinte de courants violents et variables, ayant érodé le fond marin, par endroits. La mer, peu profonde et bien aérée, est favorable à la pullulation de la faune, à la fixation des carbonates. Ces conditions s'atténuent progressivement ensuite.

A la partie supérieure du Lutétien, les dépôts phosphatés de la région d'Akoumapé, discordants sur les niveaux sous-jacents révèlent une nouvelle extension de la mer, de courte durée au cours de laquelle s'est déposée le phosphate pseudo-oolithique du Lutétien « supérieur ». Le graphique relatif au sondage de Bopa sur la figure 87, porte à la partie supérieure, l'empreinte de cette pulsation de la mer sous forme d'une augmentation provisoire de la teneur en montmorillonite.

A Lokossa, l'argile verte située sous la couche de phosphate montre 80 % de montmorillonite et 20 % de kaolinite; dans la couche, ces teneurs passent respectivement à 40 et 50 %. Le phosphate s'est donc déposé au cours de la phase régressive de ce cours débordement marin.

Les pseudo-oolithes de phosphate n'évoquent pas des courants aussi violents que ceux des épisodes phosphatés de l'Yprésien ou du Lutétien inférieur; on pense plutôt à une agitation moins brutale et plus régulière, telle, par exemple, celle qui peut exister sur un haut fond distant du rivage à proximité duquel les vagues viennent déferler.

Après cet épisode phosphaté, la mer semble se retirer d'une bonne partie du bassin.

L'épaississement des couches vers le centre du bassin traduit également une subsidence marquée au cours du Lutétien.

b) *Le continent*

Au cours du Lutétien, les apports détritiques augmentent, mais pas dans une mesure telle que l'on ait à imaginer une rupture de l'équilibre biostasique établi depuis le Paléocène, car

lors de la transgression du Lutétien supérieur, la sédimentation chimique reprend immédiatement son importance. Il est simplement probable que le rajeunissement du relief dû à la régression tend à accentuer la part d'érosion directe du continent, et que le déplacement du rivage renvoie vers le large la zone à attapulгите.

F. — PÉRIODE POSTÉRIEURE AU LUTÉTIEN

Les dépôts sablo-argileux fins (puits E de Bopa) suivant le Lutétien reposent en discordance angulaire sur cet étage; ces dépôts sont glauconieux, donc vraisemblablement marins. Mais aucune trace d'émersion n'est visible à leur base, et il paraît difficile de dire s'ils se sont mis en place après une phase d'érosion ou simplement après une lacune de sédimentation. De toutes façons, ils montrent un retour offensif de la mer, mais un retour de courte durée car le faciès prend rapidement un aspect continental, justifiant le nom de Continental terminal sous lequel ont été groupés ces dépôts sableux, sablo-argileux, argileux et gréseux.

L'étude stratigraphique du Continental terminal a montré que cet étage peut être divisé en deux termes correspondant à deux périodes de dépôts séparées par une importante période d'érosion.

1. — Première période de dépôt

Le terme inférieur du Continental terminal est très fin dans les premiers mètres; mais la taille des grains augmente un peu au-dessus et les faciès marins font place à des faciès continentaux. La mer se retire donc en laissant une séquence lithologique négative, le relief est progressivement rajeuni et la capacité d'érosion et de transport des eaux augmente lentement.

Les dépôts sont uniquement détritiques : quartz, kaolinite; les niveaux ferrugineux sont assez fréquents, sans cependant présenter de teneurs élevées, le fer étant localisé surtout dans le ciment ténu des grès et dans les niveaux glauconieux de la base. Ce sont donc des dépôts correspondant à un état rhexistasique du continent; mais il semble que ce soit une rhexistasie encore timide due probablement moins à une modification du climat qu'à un rajeunissement du relief augmentant les possibilités d'érosion directe des sols.

2. — Période précédant le dépôt du terme supérieur

Le terme supérieur du Continental terminal est discordant sur tous les niveaux, d'âges variés, sous-jacents. Il est précédé d'une importante phase d'érosion qui a intéressé partiellement tous les niveaux antérieurs. Mais certains vestiges permettent de se faire une idée des caractéristiques du continent avant l'érosion.

En effet, les figures 17 et 29 montrent que les sols latéritiques qui recouvrent les parties méridionales des plateaux de Kétou et d'Abomey se prolongent au Nord sous les formations sablo-argileuses appartenant au terme supérieur du Continental terminal. Le puits d'Azové (fig. 56) montre un phénomène analogue pour le plateau d'Aplahoué. Ces niveaux latéritiques sont antérieurs au terme supérieur du Continental terminal et aussi probablement à la période d'érosion qui l'a précédé car cette érosion et les dépôts grossiers qui suivent forment une suite logique qui n'a probablement pas subi la longue interruption nécessaire à la latéritisation. Par

contre, les niveaux latéritiques sont postérieurs au Lutétien au cours duquel la majeure partie du bassin devait être recouverte par la mer. On peut donc les dater de la période contemporaine aux dépôts du terme inférieur du Continental terminal, ou de la fin de cette période. Ce raisonnement conduit à penser qu'il existait à ce moment un climat encore favorable à la latéritisation, soit, d'après ERHART, un climat chaud et humide avec forêt ombrophile.

Mais le puits d'Azové montre encore que la latéritisation a été suivie de cuirassement, ce qui indique que le climat est devenu plus sec, avec une végétation moins développée (MARGNIEN 1958). La rupture de l'équilibre biostasique devient alors beaucoup plus nette, et avec l'érosion générale qui précède les dépôts du terme supérieur du Continental terminal, la période rhexistasique est typique. Cette érosion emporte une bonne part du terme inférieur du Continental terminal, attaque le Crétacé et l'Eocène, fait disparaître les dénivellations dues aux failles de Lokossa et de Séhoué.

L'importance de l'érosion permet de supposer qu'en plus d'un climat n'assurant plus la protection des sols par une végétation suffisante, intervient un rajeunissement notable du relief augmentant considérablement les possibilités d'érosion des eaux. Et il est possible que les failles de Lokossa et de Séhoué, et d'autres failles éventuelles, aient joué juste à ce moment.

3. — Seconde période de dépôt

Les faciès du terme supérieur du Continental terminal sont détritiques et grossiers, en particulier à la base, avec des niveaux grésio-ferrugineux; ils succèdent donc normalement à l'érosion précédente et caractérisent bien une période rhexistasique.

La répartition de ces dépôts continentaux est irrégulière, mais l'ensemble du bassin finit probablement par être recouvert.

4. — Période postérieure au Continental terminal

Après les dépôts du Continental terminal commence la période ayant abouti au modelé actuel du bassin.

Une première phase voit les cours d'eau venant du Nord cesser d'accumuler des matériaux dans le bassin; au contraire, à la faveur d'un soulèvement du continent ou d'un nouveau retrait de la mer, l'érosion reprend :

- Un cours d'eau subséquent provisoire creuse la dépression de la Lama, découvrant le Crétacé et l'Eocène et les sols latéritiques anciens des bordures méridionales des plateaux de Kétou et d'Abomey; il apparaît un paysage de côtes.
- Des cours d'eau coulant N-S entaillent largement les formations du bassin. L'importance de l'entaille dans la basse vallée de l'Ouémé montre que le niveau de la mer avait une cote inférieure d'environ 100 m à celle du niveau actuel.

Dans une seconde phase, le niveau de la mer se relève progressivement, provoquant le remplissage par des alluvions des entailles NS précédentes. Parfois la remontée de la mer est plus rapide que l'alluvionnement et on note des « ingressions » (J. BOURCART) dans les vallées, laissant une salure résiduelle dans certains niveaux.

Il est probable que les lacs Togo, Toho, Ahémé, Nokoué, sont les traces des estuaires des fleuves de cette époque.

Enfin, au cours d'une période récente, des courants marins longeant la côte ont créé une suite de cordons littoraux, isolant en partie de la mer, le système de lagunes situé actuellement dans la partie méridionale du bassin.

C. — RÉCAPITULATION

Les interprétations précédentes permettent de résumer l'histoire géologique du bassin de la façon suivante :

— Au Maestrichtien, la mer envahit progressivement le bassin pendant que le climat évolue vers le type équatorial humide. La transgression atteint son extension maximum vers la partie supérieure du Paléocène alors que le continent se latéritise sous une forêt ombrophile.

— Une légère régression marque la fin du Paléocène, mais la mer reprend son niveau précédent au cours de l'Yprésien.

— Vers la fin de l'Yprésien, des courants marins violents troublent provisoirement le calme du bassin, peut-être au cours de brèves régressions.

— Le Lutétien débute par une phase d'agitation de la mer tandis qu'une lente régression s'amorce.

— Une nouvelle transgression marque la fin du Lutétien, mais la mer reprend rapidement son mouvement de recul, découvrant probablement une bande importante du bassin.

— Après une petite transgression marquant le début des dépôts du Continental terminal, la mer quitte le bassin. En même temps le climat évolue, devient moins humide; l'érosion du socle ancien devient plus marquée et intéresse aussi probablement la partie septentrionale du bassin.

— Puis la sédimentation cesse dans le bassin qui se soulève et peut-être se fracture; une importante érosion rabote les dépôts antérieurs. La sédimentation de la partie supérieure du Continental terminal vient recouvrir la surface d'érosion lorsque la vitesse des eaux s'atténue.

— Enfin, probablement à la faveur d'un retrait supplémentaire de la mer, l'érosion attaque à nouveau le bassin, déblayant la dépression de la Lama, creusant les vallées des cours d'eau actuels. Une remontée progressive du niveau de la mer permet ensuite aux alluvions de combler en partie les entailles des vallées.

CINQUIÈME PARTIE

CONCLUSION GÉNÉRALE

COMPARAISONS AVEC D'AUTRES BASSINS DE L'OUEST AFRICAIN

Au cours des pages précédentes, des descriptions régionales systématiques ont permis de définir des grands ensembles lithologiques, de citer une faune abondante, de mettre en évidence des niveaux repères, de définir des divisions stratigraphiques, et ont abouti à l'établissement d'une échelle stratigraphique et d'une esquisse structurale du bassin, ainsi qu'au dessin d'une carte géologique au 1/200 000. Puis, avec l'aide d'une étude pétrographique préalable et d'un certain nombre de remarques concernant, en particulier, la sédimentation argileuse et les cycles sédimentaires, il a été tenté de reconstituer l'histoire géologique du bassin.

Pour conclure cette étude, il paraît intéressant de comparer rapidement cette région avec d'autres bassins de l'Ouest africain, notamment avec ceux du Nigéria, de Côte d'Ivoire, du Sénégal et du Soudan oriental. La situation de ces bassins est indiquée schématiquement à la figure 89.

A. — COMPARAISON AVEC LE BASSIN DE LA NIGÉRIA

Le bassin du Dahomey est le prolongement occidental du grand bassin de la Nigéria, ainsi que le montre le croquis géologique de la figure 90 dans lequel les contours de la bande de contact ont été interpolés.

L'échelle stratigraphique de la partie méridionale du bassin de la Nigéria se présente de la façon suivante :

- Post Miocène et Miocène : « Coastal plains sand Group ». Cette formation correspond au Continental terminal du Dahomey, et elle est discordante sur les niveaux sous-jacents.

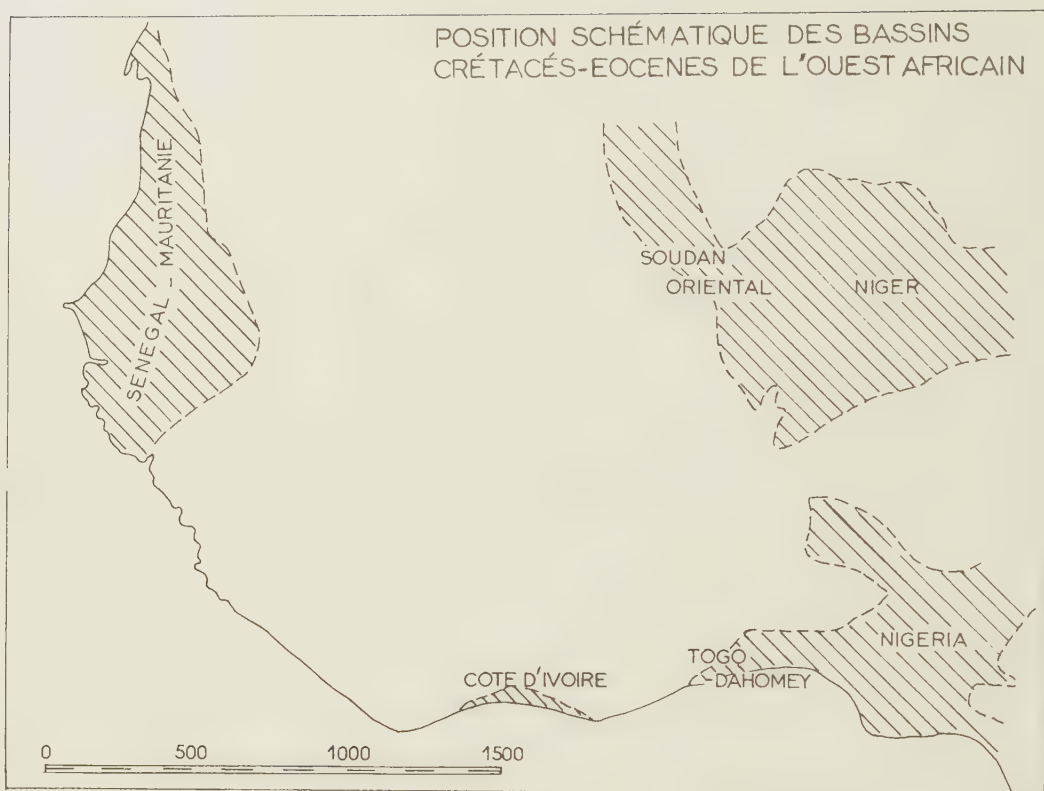


FIG. 89.

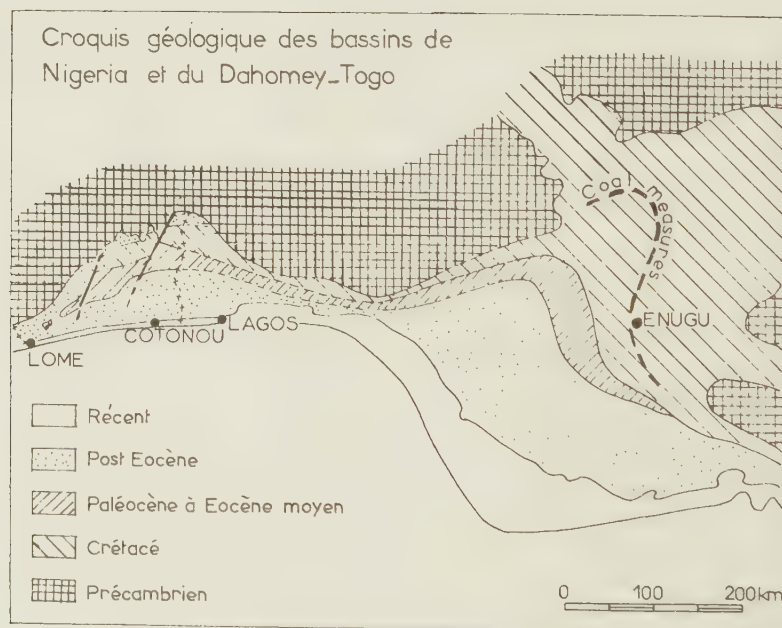


FIG. 90.

- Eocène inférieur et moyen : « Bende Ameki Formation ».
- Paléocène : « Imo clay shales » et partie supérieure des « Coal Measures ».
- Maestrichtien : « Upper Coal Measures »;
« False bedded sandstones »;
« Lower Coal Measures ».

Cette échelle correspond surtout à la partie SE du bassin de Nigeria. A l'Ouest, c'est-à-dire près du Dahomey, elle semble être moins bien établie. On y distingue (REYMENT 1956) :

- à l'Eocène inférieur : « Shale beds of Otta »;
- au Paléocène : « Shale beds of Ilaro »;
- au Maestrichtien : « Basal sandstones and shales around Abeokouta ».

Comme au Dahomey, le Crétacé supérieur est détritique. Les « False bedded sandstones » ont une épaisseur considérable (plusieurs centaines de mètres) et comportent des niveaux charbonneux à la base et au sommet.

Les niveaux charbonneux du Dahomey peuvent donc être rattachés aux « Upper Coal Measures ». Ceci est défavorable car les gisements exploitables de la Nigéria (région d'Enugu) appartiennent aux « Lower Coal Measures », niveaux qui, s'ils existent au Dahomey, sont certainement situés à des profondeurs très importantes.

Au Paléocène et à l'Eocène inférieur, les « Imo clay shales » ou les « Shale beds of Ilaro » et « Shale beds of Otta » semblent bien correspondre aux formations finement feuilletées à attapulgite du Dahomey.

La faune comporte également des analogies. Au Crétacé supérieur, REYMENT (1956) signale *Veniella undata* (*Roudaireia drui*), plusieurs *Sphénodiscus*, et, en microfaune, *Rugoglobigerina macrocéphala* et *Cibicides* sp., D'après le même auteur, le Paléocène est surtout caractérisé par *Globorotalia crassata aequa*, et il y aurait passage continu et sans intermédiaire, entre le Maestrichtien et le Paléocène. A l'Eocène moyen NEWTON (1922), EAMES (1957) signalent notamment *Plicatula polymorpha* BELLARDI et *Raeta schweinfurthi* MAYER EYMAR, qu'ils datent d'ailleurs du Lutétien supérieur, voire même du Bartonien.

B. — COMPARAISON AVEC LE BASSIN DE CÔTE D'IVOIRE

En 1955, P. MAUGIS a exposé l'ensemble des connaissances géologiques acquises à ce moment sur le bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Les mesures géophysiques avaient mis en évidence une épaisse série sédimentaire, mais faute d'affleurements et de forages profonds, celle-ci n'était encore connue que superficiellement. Ces connaissances peuvent être résumées de la façon suivante :

- Dans l'Est du bassin, le Crétacé supérieur, reconnu sur 120 m d'épaisseur, est essentiellement sableux, avec des passées bitumineuses vers la partie supérieure; il est surmonté de quelques mètres d'argile noire finement sableuse à macrofaune paléocène.
- Dans la partie moyenne du bassin, le Crétacé supérieur est également sableux, mais on note des intercalations argileuses et grésocalcaires, ainsi que des passées ligniteuses vers le haut.
- Dans l'Ouest du bassin, le Crétacé supérieur, reconnu sur 70 m environ, est beaucoup moins sableux. Des argiles sableuses parfois glauconieuses, des sables argileux au marneux alternent avec des petits bancs calcaires; la partie supérieure est franchement marneuse et calcaire.

Ces renseignements ne permettent pas de corrélations étroites avec le Dahomey. On peut simplement remarquer que le Crétacé supérieur est également détritique dans la majeure partie du bassin, et qu'il montre parfois des niveaux ligniteux à la partie supérieure. Deux Foraminifères du sondage de N'Zida (Ouest de la Côte d'Ivoire) ont été retrouvés au Dahomey :

Lamarckina sp. et *Gavellinella* sp. Une nouvelle espèce du Paléocène de Côte d'Ivoire a été retrouvée au Dahomey : *Operculina tessieri* ABRARD.

Mais plus récemment, le bassin de Côte d'Ivoire a été exploré bien plus profondément par la Société Africaine des Pétroles (S. A. P.). Les résultats obtenus n'ont pas encore été publiés mais la S. A. P. a bien voulu me confier une série d'échantillons du sondage n° 1 de Grand Lahou, situé tout à fait sur le littoral dans l'Ouest du bassin, pour étude de la phase argileuse à l'Eocène. Les divisions stratigraphiques m'ont été indiquées par la S. A. P., et les échantillons ont été étudiés aux rayons X au laboratoire de Géologie de Strasbourg. Les résultats obtenus sont reportés sur le graphique de la figure 91.

Avant d'interpréter ce graphique, il convient de remarquer que Grand Lahou est situé au Sud de la grande faille E-W qui abaisse de 1 500 à 2 000 m (dans cette partie ouest du bassin et

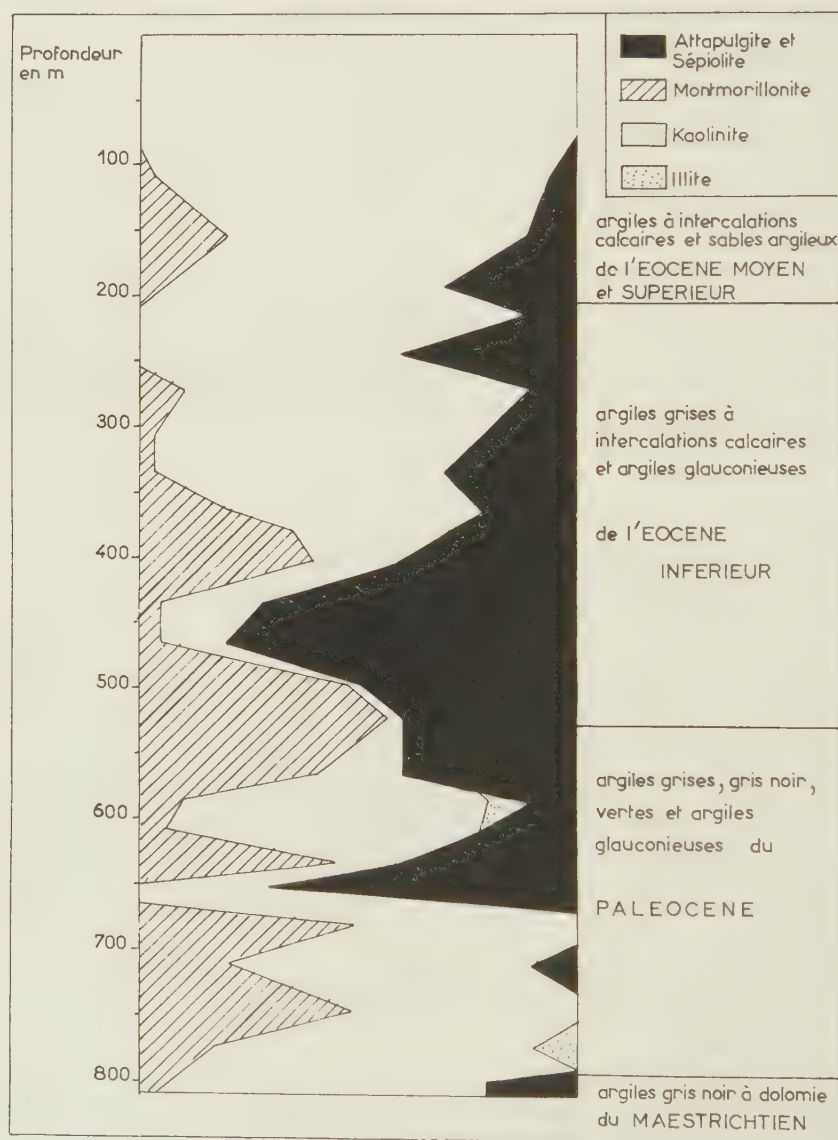


FIG. 91. — Répartition des minéraux argileux dans le sondage de Grand Lahou (Côte d'Ivoire)

d'après les mesures sismiques) le compartiment méridional. Cette faille peut avoir commencé à jouer dès le Crétacé (MAUGIS, 1955), de sorte que la sédimentation correspond probablement à une zone assez profonde, mais restant toujours très proche de la bordure du bassin. Aussi peut-on s'attendre à ne pas trouver une aussi bonne différenciation horizontale des sédiments que dans le cas où le socle s'enfonce progressivement sous la mer. En particulier, lorsque les conditions de sédimentation et les apports correspondent à la néoformation de l'attapulгите ou de la sépiolite, la kaolinite détritique littorale peut tout de même intervenir à tout moment, même en abondance.

Après cette réserve, on peut constater que, comme au Dahomey-Togo, la kaolinite domine à la partie supérieure du Crétacé (mais l'attapulгите est tout de même présente), la moitié inférieure du Paléocène montre l'association montmorillonite-kaolinite, puis l'attapulгите et la sépiolite interviennent en abondance. Cependant, on ne remarque pas, comme à Bopa ou à Hétin sotta, une éclipse de l'attapulгите à la partie supérieure du Paléocène et à la base de l'Yprésien; de plus, le couple sépiolite-attapulгите est présent au-delà de la limite supérieure de l'Eocène inférieur.

Enfin, comme au Dahomey, la kaolinite reprend la première place à la partie supérieure de l'Eocène.

Donc, malgré des résultats moins homogènes, des analogies sédimentologiques très nettes apparaissent entre la Côte d'Ivoire et le Dahomey-Togo.

C. — COMPARAISON AVEC LE BASSIN DU SÉNÉGAL

D'après les études de F. TESSIER (1952), de la S. A. P. (1), une coupe de sondage de R. DEGALLIER (1955), la série stratigraphique de la région de Thiès se présente de la façon suivante :

- Le Maestrichtien est surtout sableux ou argilo-sableux.
- La zone de passage du Crétacé au Tertiaire est argilo-marneuse, et elle est couronnée par un important niveau calcaire zoogène à faune paléocène.
- Le calcaire zoogène est surmonté par un niveau glauconieux phosphaté, puis par des argiles et marnes papyracées datées du Paléocène par des *Globorotalia*.
- L'Yprésien est encore argilo-marneux et papyracé avec des intercalations calcaires et phosphatées.
- Cette série papyracée est couronnée par l'« horizon de N'Gazobil » marno-calcaire qui marque la limite de l'Yprésien et du Lutétien, et correspond à la base de la formation calcaire de Bargny, située plus à l'Ouest.

La grande ressemblance qui apparaît entre cette série stratigraphique et celle du Dahomey, est encore accentuée par :

- L'identité partielle de la faune du calcaire zoogène paléocène avec celle du calcaire de Togblékové, au Togo. Parmi les espèces communes, on remarque notamment *Togocyanus seefriedi* OPPENHEIM que j'ai eu l'occasion de trouver à 202 m dans les cuttings du sondage de Thiès.
- La présence de palygorskite (attapulгите) dans les argiles et marnes papyracées du Paléocène et de l'Yprésien (VISSE 1954).

L'étude de la sédimentation argileuse a été reprise à l'Ouest de Thiès, au sondage de Sangalam, situé dans une zone à subsidence nettement plus marquée du bassin sénégalais. En fonction des limites stratigraphiques communiquées par la S. A. P., les études aux rayons X ont donné les résultats suivants :

(1) Renseignements oraux concernant les coupures stratigraphiques.

- A la partie supérieure du Crétacé, la kaolinite domine, associée à de l'illite et un peu de montmorillonite.
- A l'extrême limite du Crétacé, c'est la montmorillonite qui domine, associée à la kaolinite.
- Au Paléocène inférieur, la montmorillonite est seule, avec des traces d'illite.
- Au Paléocène supérieur (zone à *Globorotalia*), l'attapulgitite apparaît. D'abord associée à la montmorillonite, elle s'allie ensuite à la sépiolite pour constituer l'essentiel de la phase argileuse jusqu'au sommet de l'Yprésien. L'épaisseur de la série à attapulgitite-sépiolite atteint ici 500 m.

Comme au Dahomey ou en Côte d'Ivoire, c'est à la base du Paléocène supérieur que l'attapulgitite prend brusquement de l'importance. On remarque cependant que la série à attapulgitite ne comporte de la montmorillonite qu'à la base, et pas du tout de kaolinite. Mais cela semble logique puisque Sangalkam est loin de la bordure du bassin. On peut également noter que les minéraux de ce sondage se classent verticalement selon une grande séquence positive.

Mais comme en Côte d'Ivoire, le Sénégal montre encore localement de l'attapulgitite au Lutétien. P. ELOUARD l'a montré dans la vallée du Sénégal. Le Lutétien du Sénégal semble être d'ailleurs généralement différent, du point de vue des faciès, de celui qui est connu au Dahomey.

On peut enfin signaler une analogie supplémentaire, paléontologique : on trouve localement près de la limite Paléocène-Yprésien, un niveau à Nummulites cordelées comparable à celui du Dahomey (M. de CIZANCOURT et J. CUVILLIER 1951, ABRARD et GORODISKI 1955).

D. — COMPARAISON AVEC LE BASSIN DU SOUDAN ORIENTAL

Le Soudan oriental a été étudié par H. RADIER (1957) qui y a défini notamment :

- Un Maestrichtien-Sénonien soit grés-sableux et continental, soit marin avec des grès fins micacés glauconieux, des argiles grasses micacées à la base, et des lignites, des argiles noires pyriteuses et des sables fins plus ou moins bitumineux au sommet.
- Un « Danien » ou Dano-Montien calcaire et marno-calcaire.
- Un Paléocène inférieur marno-sableux.
- Un Paléocène terminal-Yprésien marno-calcaire.
- Un Eocène moyen à schistes papyracés et lits de phosphate.

Parmi la faune recueillie, on remarque *Roudaireia dru* MUNIER CHALMAS au Maestrichtien, des Nummulites cordelées, *Operculinoïdes catenula*, *O. bermudezi* au Paléocène terminal-Yprésien, *Ostrea multicostata*, *Carolia placunoïdes* CANTRAINE à l'Eocène moyen. Ce dernier étage, d'ailleurs, n'est pas certain car la faune n'est pas suffisamment caractéristique, et il pourrait s'agir encore, au moins en partie, d'Yprésien.

Au Crétacé supérieur, la sédimentation est détritique, mais également chimique avec 80 % de montmorillonite dans la phase argileuse. Au cours du passage du Crétacé à l'Eocène, la mer s'étend largement dans le bassin et la sédimentation devient chimique et surtout calcaire avec une fraction argileuse à 60-80 % de montmorillonite et 40-20 % de kaolinite.

Vers le sommet de l'Yprésien, l'attapulgitite apparaît et prend de l'importance et se trouve même être parfois le seul minéral argileux. Mais c'est surtout à l'Eocène moyen que l'attapulgitite domine (A. 40 à 90 %, M. 40 à 0 %, K 20 à 0 %), pour disparaître au cours d'un Eocène supérieur continental lacustre.

On retrouve donc encore ici une évolution sédimentologique qui rappelle celle du Dahomey, avec toutefois une apparition et une disparition plus tardives de l'attapulgitite.

E. — CONCLUSION

Des liaisons étroites apparaissent donc au cours du Crétacé supérieur et de l'Eocène entre le bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo, et les autres bassins contemporains de l'Ouest africain, pourtant éloignés : plus de 2 000 km séparent les bassins du Dahomey et du Sénégal.

Les analogies paléontologiques sont assez fréquentes et indiquent des communications marines assez faciles entre ces divers bassins.

Les analogies sédimentologiques attirent encore plus l'attention :

- Crétacé supérieur détritique avec certaines tendances plus ou moins marquées à la sédimentation chimique;
- apparition d'une sédimentation uniquement chimique au cours du Paléocène et se poursuivant jusqu'à l'Eocène moyen.

Et, en particulier, on voit apparaître au cours du Paléocène, en Côte d'Ivoire, au Sénégal, au Dahomey, et un peu plus tard au Soudan oriental, une sédimentation caractérisée par la présence d'attapulгите ou de sépiolite. Cette sédimentation est particulièrement importante puisque les formations à attapulгите atteignent 100 m d'épaisseur au Dahomey, 500 m au Sénégal, 600 m en Côte d'Ivoire.

Ces bassins éloignés les uns des autres, sont nourris à partir de socles anciens de natures variées, mais ne contenant pas d'attapulгите. Aucun sol capable de fabriquer ce minéral argileux n'a encore été signalé. On ne peut donc faire autrement que de suivre G. MILLOT, et croire à la néoformation dans le bassin, des minéraux argileux magnésiens.

La convergence des faciès résulte d'une convergence des apports qui sont des solutions riches en chaux, silice et magnésie, et pauvres en alumine. De telles solutions correspondent à la « phase migratrice » d'ERHART d'un continent en voie de latéritisation (G. MILLOT, H. RADIER, M. BONIFAS). De sorte que l'on imagine volontiers, en Afrique occidentale, depuis le Paléocène jusqu'à l'Eocène moyen, un climat tropical humide et une généralisation d'importants sols latéritiques filtrant les produits arrachés aux roches mères pour ne laisser partir que des phases migratrices semblables vers les divers bassins de sédimentation.

Cependant, les formations à attapulгите du Dahomey diffèrent de celles des autres bassins par une discontinuité et par une limite supérieure plus ancienne. Mais ces différences sont probablement dues à la classification horizontale des sédiments et à la proximité de la bordure du bassin; peut-être disparaîtront-elles lorsque le bassin sera exploré dans des zones plus profondes.

Si le continent est responsable des apports, c'est le bassin de sédimentation qui, en dernier ressort, règle leur utilisation et leur répartition.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRARD (R.) et GORODISKI (A.), 1955. Précisions sur l'Eocène inférieur et moyen du Sénégal, d'après des sondages récents. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 162.
- AICARD (P.), 1953. Le Précambrien du Togo et du N-O du Dahomey. *Bull. Dir. Mines et Géol., A.O.F.*, n° 23.
- ARAMBOURG (C.), 1952. Les vertébrés fossiles des gisements de phosphate (Maroc, Algérie, Tunisie). Notes et Mém. *Serv. géol. Maroc*, n° 92.
- ARCHAMBAULT (J.), 1950. Etudes hydrogéologiques pour l'alimentation en eau de divers centres urbains du Dahomey. *Rapport B.U.R.G.E.A.P.*, arch. S.G.P.M., Dakar.
- ARCHAMBAULT (J.), 1951. Données pour l'équipement hydraulique du Togo *ibid.*
- AVIAS (J.), 1952. Sur la formation actuelle du gypse dans certains marais côtiers de la Nouvelle Calédonie. *C.R. Congr. Géol. Int. XIX^e Sess. Alger*, fasc. IV, section IV, pp. 7-9.
- BENTOR (Y. K.), 1952. Relations entre la tectonique et les dépôts de phosphate dans le Neguev israélien. *Ibid.*, fasc. XI, pp. 93-102.
- BERNARD (A.), 1958. Contribution à l'étude de la province métallifère Sous-Cévenolle. Thèse Nancy.
- BESAIRIE (H.), 1943. Rapports inédits. Arch. S.G.P.M., Dakar.
- BIGOTTE (G.), 1956. Contribution à la géologie du Niari. Etude sédimentologique et métallogénique de la région minière. Thèse Nancy. *Bull. n° 9, Dir. Mines Géol. A.E.F.* (1959).
- BOURCART (J.), 1956. Transgressions et régressions marines. Le point de vue d'un océanographe. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. LXV, 2, pp. 138-164.
- BROTZEN, 1948. The swedish Paleocene and its foraminiferal fauna. *Sverig. Géol. Undernök Ser. C* n° 493, Arsh. 42, p. 32.
- CAILLEUX (A.), 1943. Distinction des sables marins et fluviatiles. *Bull. S.G. Fr.*, p. 125.
- CAPDECOME (L.), 1952. Sur les phosphates alumineux de la région de Thiès, Sénégal. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 235, p. 187.
- CAPDECOME (L.) et KULBICKI (G.), 1954. Argiles des gîtes phosphatés de la région de Thiès, Sénégal. *Bull. Soc. fr. Min. Crist.*, t. LXXVII, pp. 500-518.
- CAROZZI (A.), 1953. Pétrographie des roches sédimentaires. F. Rouge, Lausanne. Collect. Lettres, Sc. et Techn., 1 vol., 250 p.
- Carte géologique de l'A.O.F. et du Togo au 2 000 000^e (1956). Feuille 2, Dir. féd. mines et géol., Dakar.
- CAYEUX (L.), 1916. Introduction à l'étude des roches sédimentaires, 1 vol., Mém. Carte géol. Fr., Paris.

- CAYEUX (L.), 1941. Causes actuelles et causes anciennes en géologie, 1 vol., Masson, Paris.
- CHARLES, 1952. Sur l'origine des gisements de phosphate sédimentaire. XIX^e Congrès int. Géol., Alger, fasc. XI, pp. 163-184.
- CHERMETTE (A.), 1932 et 1942. Rapports inédits. *Arch. Ser. Géol. Prospect. minière*, Dakar.
- CHERMETTE (A.) et PROKOPENKO, 1933. Carte géologique du Bas-Dahomey au 1/500 000. *Serv. géol. A.O.F.*, Dakar.
- CHETELAT (E.) de 1926. Rapport inédit. *Arch. S.G.P.M.*, Dakar.
- CIZANCOURT (M.) de 1951. Grands Foraminifères du Paléocène, de l'Eocène inférieur et de l'Eocène moyen du Venezuela. *Mém. S.G.F.*, nouv. série, t. XXX, n° 64.
- CIZANCOURT (M.) de et CUVILLIER (J.), 1954. Les Nummulites cordelées du Sénégal occidental. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 130-133.
- COX (L.R.), 1952. Cretaceous and Eocene fossils from the Gold Coast. Gold Coast Geol. Survey.
- CUVILLIER (J.), 1930. Révision du Nummulitique égyptien. *Mém. de l'Inst. d'Egypte*. Le Caire.
- CUVILLIER (J.), 1935. Etude complémentaire sur la paléontologie du Nummulitique égyptien, *Mém. Inst. Egypte*, t. XXVIII.
- CUVILLIER (J.), 1941. Le passage Crétacé-Eocène dans la région de Suez. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 212, pp. 710-712.
- CUVILLIER (J.), 1949. Présence du Paléocène en Haute Egypte. *C.R. somm. S.G.F.*, pp. 268-270.
- CUVILLIER (J.), DALBIEZ (F.), GLINTZBOECKEL (C.), LYS (M.), MAGNE (J.), PÉRÉBASKINE (V.), REY (M.), 1955. Etudes micropaléontologiques de la limite Crétacé-Tertiaire dans les mers mésogénées. 4 th. Petrol. Congr. Rome, Sect. I/D, paper 6, pp. 517-544.
- DAPPLES (E.C.), 1947. Sandstone types and their associated depositional environments. *Journ. of sedim. Petrology*, vol. 17, n° 3, pp. 91-100.
- DAVIES (L.M.), 1952. *Ranikothalia sahnii* n. sp. and *R. savitriae* n. sp. A possible link between the paleocene faunas of the East and West Indies. The Paleobotanist, Birbal Sahnii Inst.
- DEBYSER (J.), 1952. Variation du pH dans l'épaisseur d'une vase fluvio-marine. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 234, n° 7, pp. 741-743.
- DEBYSER (J.), 1954. La sédimentation actuelle et la recherche du pétrole. *Revue de l'I.F.P.*, vol. IX, n° 10.
- DEBYSER (J.), 1955. Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan, Côte d'Ivoire. *Revue de l'I.F.P.*, vol. X, pp. 319-334.
- DESOR 1846. Sur le terrain danien, nouvel étage de la craie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 2, t. 4, pp. 179-182.
- DIADTCHENKO (M.G.), et KHATOUNTZEVA, (A. Ya), 1956. Formation de glauconie en milieu continental. *Mémoires de la Soc. pansoviétique de Min.* L. XXXV, n° 1, pp. 49-57.
- DOEGLAS (D.J.), 1946. L'interprétation des résultats de l'analyse mécanique. Traduct. par C. ACKERMAN-FONDEUR. *Journ. Sed. Petrol.*, vol. 16, n° 1, pp. 19-40.
- DREYFUS (M.), 1953. La profondeur de formation des sédiments marins : son intérêt. Utilisation des données mécaniques en vue de sa détermination. *Revue I.F.P.*, n° spécial, pp. 70-74.
- DREYFUS (M.), 1954. Le Jura dans les mers du Jurassique supérieur : essai sur la sédimentation et la paléogéographie dans leurs rapports avec les déformations. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, nouvelle série n° 69, 60 p.
- DREYFUS (M.), 1955. Influence de la subsidence sur la sédimentation. *Geol. Rundschau*, Stuttgart, Bd. 43, Ht. 2, pp. 428-431.
- EAMES (F.E.), 1957. Eocene Mollusca from Nigeria, a revision. *Bull. of the british museum* (nat. hist.), Geology. Vol. 3, n° 2.
- ELOUARD (P.), 1959. Etude géologique et hydrogéologique des formations sédimentaires du Guebla mauritanien et de la vallée du Sénégal. Thèse Paris.
- ERHART (H.), 1955. « Biostasie » et « Rhexistasie ». Esquisse d'une théorie sur le rôle de la pédogénèse en tant que phénomène géologique. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 241, pp. 1218-1220.
- ERHART (H.), 1956. La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Paris, Masson et Cie.

- FURON (R.), 1950. a) Géologie de l'Afrique. Payot, Paris. b) A propos du Paléocène africain. *C.R. somm. S.G.F.*, pp. 41-43.
- GOLDSCHMIDT (V.M.), 1937. Les principes de la répartition des éléments chimiques dans les minéraux et les roches. *Journal of the Chemical Society*, Londres, p. 655.
- GRIM (R.E.), 1953. Clay mineralogy, New-York, Mc Graw Hill Book Co. éd.
- GRIM (R.E.), 1955. Recent developments in clay mineralogy and technology. *Econ. geol. Lancaster*, Cinquantenaire, vol. II, pp. 619-638.
- HAUG (E.), 1921. Traité de géologie. 4 vol., Paris, A. Colin éd.
- HILLY (J.), 1957. Etude géologique du massif de l'Edough et du Cap de Fer (Est Constantinois). Thèse Nancy.
- HUBERT, 1908. Etude scientifique au Dahomey. Larose Paris.
- JULLIAN (Y.), 1953. Nouvel exemple d'application de l'analyse séquentielle dans l'interprétation géologique des sondages. *Revue de l'I.F.P.*, n° spécial.
- KAORU OINUMA, KAZUO KOBAYASHI, TOSHIO SUDO, 1959. Clay mineral composition of some marine sediments. *Journ. of Sedim. Pétrol.* vol. 29, n° 1, pp. 56-63.
- KAZAKOV (A.V.), 1950. Géotectonique et formation des gisements phosphoritisés. *Bull. Ac. Sc. U.R.S.S., série géol.*, n° 5.
- KILIAN (C.), 1931. Des principaux complexes continentaux du Sahara. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 110.
- KOURIATCHY (N.), 1933. Géologie du territoire du Togo. *Bull. Comité d'Et. historique A.O.F.*, n° 4.
- KRUMBEIN (W.C.) et GARRELS (R.M.), 1952. Origine et classification des sédiments chimiques en termes de pH et de Eh. *Journ. of Geol.*, vol. LX, pp. 1-33.
- LEGOUX (P.), 1939. Esquisse géologique de l'Afrique Occidentale Française. *Bull. Dir. Mines A.O.F.*, n° 4.
- LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONAL. Vol. 1, Europe, fasc. 2 d, vol. IV, Afrique, fasc. 2.
- LOMBARD (A.), 1953. Les rythmes sédimentaires et la sédimentation générale. *Revue de l'I.F.P.*, vol. VIII, n° spécial, pp. 9-45.
- LOMBARD (A.), 1956. Géologie sédimentaire. Les séries marines. 1 vol., Paris Masson et Cie, 722 p.
- LOWMAN (S.W.), 1949. Sedimentary facies in Gulf Coast. *Bull. of the Am. Ass. of Petrol. Geologists*, vol. 33 number 12.
- MAIGNIEN (R.), 1954. Différents processus de cuirassement en A.O.F., V^e Congrès int. Sc. sols, Leopoldville, pp. 1469-1486.
- MAIGNIEN (R.), 1958. Le cuirassement des sols en Guinée. *Mém. du Serv. Carte géol. Alsace Lorraine*, n° 16. Université de Strasbourg.
- MARCHAND (J.), 1956. Rapports inédits sur les sondages de Ouinhi, Igboïdé, Illémon, Kétou, Ganvié, Sô Tchanhoué, Grand Popo (Dahomey). *Archives S.G.P.M.*, Dakar.
- MARVIER (L.), 1953. Notice explicative de la carte géologique d'ensemble de l'A.O.F., *Bull. Direct. Mines A.O.F.*, n° 16, Dakar.
- MAUGIS (P.), 1954. L'activité de préreconnaissance du Bureau de Recherche de Pétrole dans les bassins sédimentaires de l'A.O.F., *Revue I.F.P.*
- MAUGIS (P.), 1955. Comptes rendus des Etudes de Préreconnaissance Pétrolières en Afrique Occidentale Française. *Bull. Direct. féd. Mines et Géol.*, n° 19, Dakar.
- MILLOT (G.), 1949. Relations entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires argileuses. *Géol. appl. et Prosp. min.* Nancy, t. II, pp. 1-352.
- MILLOT (G.), 1952. Héritage et néoformation dans la sédimentation argileuse. *C.R. XIX^e Congrès géol. int. Alger*, fasc. XVIII, pp. 163-175.
- MILLOT (G.), 1953. Minéraux argileux et leurs relations avec la géologie. *Revue de l'I.F.P.*, n° spécial.
- MILLOT (G.), 1954. Observations de G. MILLOT sur la communication de MM. RIVIÈRE et VISSE du 12 janvier 1954. *Bull. Groupe fr. Argiles* (1955) t. VI, nouv. série, n° 1.

- MILLOT (G.), 1957. Des cycles sédimentaires et de trois modes de sédimentation argileuse. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 244, pp. 2536-2539.
- MILLOT (G.), RADIER (H.), BONIFAS (M.), 1957. La sédimentation argileuse à attapulgite et montmorillonite. *Bull. S.G.F.*, 6^e série, t. VII, pp. 425-433.
- MUMPTON (F.A.), and ROY RUSTUM, 1958. New data on Sepiolite and Attapulgite. Clay and clay minerals, Fifth Nat. Conf. on clay and clay minerals, University of Illinois, p. 137.
- PETTIJOHN (F. J.), 1956. Sedimentary Rocks. 2^e éd., 1 vol., New-York, Harper et Brothers, 718 p.
- PIVETEAU (J.), 1952. Traité de paléontologie, t. I, II et III, Paris, Masson et Cie.
- POUGNET (R.), 1955. Le Précambrien du Dahomey. *Bull. Direct. féd. Mines et Géol. de l'A.O.F.*, Dakar, n° 22.
- POUSTOVALOV (L.V.), 1952. Etat actuel de l'étude de la sédimentation. *XIX^e Congrès géol. int.* Alger, fasc. XIII, pp. 171-192.
- PRUVOST (P.), 1930. Sédimentation et subsidence. *Liv. Jub. Centenaire S.G.F.*, t. II, p. 545.
- PUGH (J.C.), 1956. Eastward projection of Lama-Hollis forms into Western Nigeria. *J.W. Afric. Sc. Ass.*, 2, n° 1.
- RADIER (H.), 1957. Contribution à l'étude géologique du Soudan Oriental (A.O.F.). Thèse Strasbourg, à l'impression au S.G.P.M., Dakar.
- REYMENT 1956. On the stratigraphy and paleontology of the Cretaceous of Nigeria and the Cameroon. *British West Africa. Geologiska Föreningens*, n° 484, jan.-feb., Stockolm.
- RICHARD-MOLARD (J.), 1952. Afrique Occidentale Française. Paris Berger-Levrault éd.
- RIVIÈRE (A.), 1941. Sur la sédimentation phosphatée en milieu marin. *C.R. somm. S.G.F.*, pp. 75-77.
- RIVIÈRE (A.), 1946. Contribution à l'étude des sédiments argileux *Bull. S.G.F.* (5), XVI, pp. 43-55.
- RIVIÈRE (A.), 1952. a) Influence de la matière organique sur la sédimentation des argiles. *XIX^e Congr. Géol. int. Alger*, fasc. IV, pp. 105-108. b) Sur l'origine des argiles sédimentaires. *Ibid.*, fasc. XVIII, pp. 177-181.
- RIVIÈRE (A.) et VISSE (L.), 1954. Sur l'origine des minéraux des sédiments marins. *Bull. S.G.F.* (6), IV, pp. 467-473.
- ROUKHINE (L.B.), 1953. Bases de la lithologie; étude des formations sédimentaires Leningrad, 1 vol., 671 p.
- SALVAN, 1952. Phosphates. *XIX^e Congrès géol. intern. Alger*, Mon. région., 3^e série, Maroc, n° 1, pp. 283-320.
- SIGAL (J.), 1949. Dano-Montien ou Paléocène ou le passage du Crétacé au Tertiaire en Algérie. *C.R. somm. S.G.F.*, pp. 150-152.
- SIGAL (J.), 1952. Aperçu stratigraphique sur la micropaléontologie du Crétacé. *XIX^e Congrès géol. int. Alger*, Mon. région. 1^{re} série, Algérie, n° 26.
- SLANSKY (M.), 1958. Vue d'ensemble sur le bassin sédimentaire côtier du Dahomey-Togo. *Bull. S.G.F.*, 6^e série, t. VIII, pp. 555-580.
- SLANSKY (M.), CAMÈZ (Th.), MILLOT (G.), 1959. Sédimentation argileuse et phosphatée au Dahomey. *Bull. S.G.F.*, 7^e série, t. I, pp. 150-155.
- SONDER (R. A.), 1946. Profondeur des mers et faciès lithologique. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol. 39, p. 260.
- SORAKHOV (N. M.), 1957. Méthodes d'étude des roches sédimentaires. Moscou. Traduction *Annales du Serv. d'Inf. géol.*
- TATTAM (C. M.), 1943. A review of nigerian stratigraphy. Geological Survey department Nigeria, annual report.
- TERMIER (H. et G.), 1956. A propos de la théorie bio-rhexistasique. *Bull. S.G.F.*, (6), p. 451.
- TESSIER (F.), 1949. Le Paléocène du Sénégal. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 227.
- TESSIER (F.), 1950. Age des phosphates et latéritoides phosphatés de l'W du plateau de Thiès (Sénégal). *C.R. Ac. Sc.*, t. 230, pp. 981-983.
- TESSIER (F.), 1952. Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie ouest du Sénégal. *Bull. Dir. Mines A.O.F.*, n° 14, t. I et II.

- TRICART (J.), 1958. Méthode améliorée d'étude des sables. *Revue géomorph. dyn.*, n° 3-4.
- VATAN (J.), 1954. Pétrographie sédimentaire. Cours I. F. P.
- VISSE (L.), 1949. Note pétrographique sur le phosphate de chaux de Lam Lam. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 251-253.
- VISSE (L.), 1952. Genèse des gîtes phosphatés du SE algéro-tunisien. *XIX^e Congrès géol. int. Alger, Algérie*, n° 27.
- VISSE (L.), 1953. Les faciès phosphatés. *Revue de l'I.F.P.*, n° spécial, pp. 87-98.
- VISSE (L.), 1954. a) La sédimentation argileuse des dépôts marins tertiaires de l'W sénégalais. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 27-29; — b) Présence de palygorskite dans les sédiments marins de la Lama (Dahomey). *Ibid.*, p. 59-61.

PLANCHES HORS-TEXTE

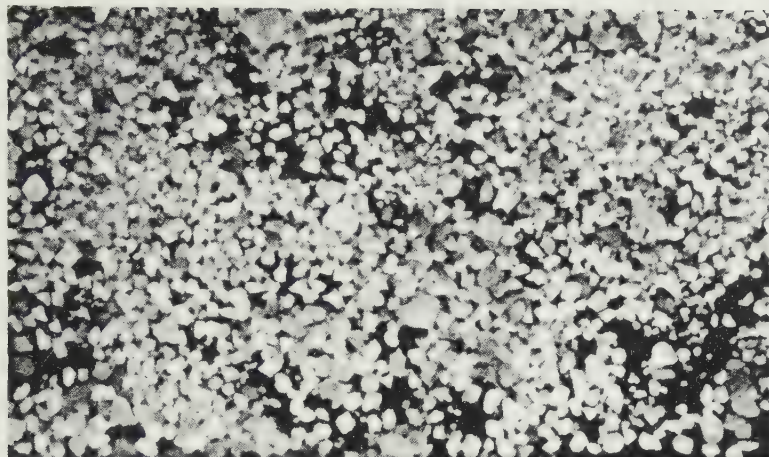


FIG. 1. — Sable de Bohicon

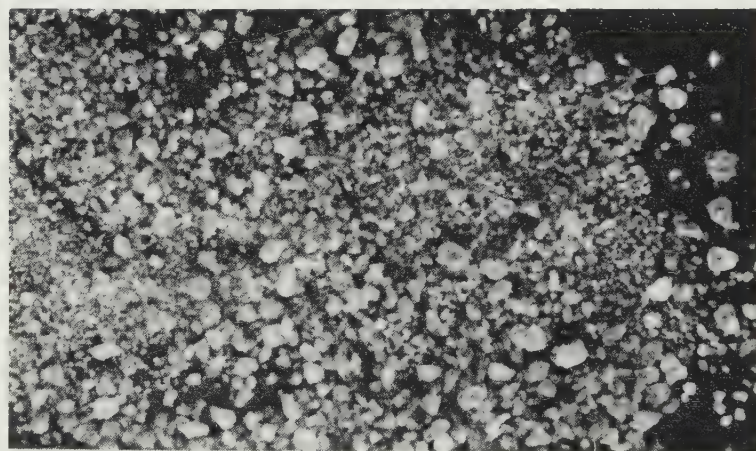


FIG. 2. — Sable lavé du sondage d'Allada

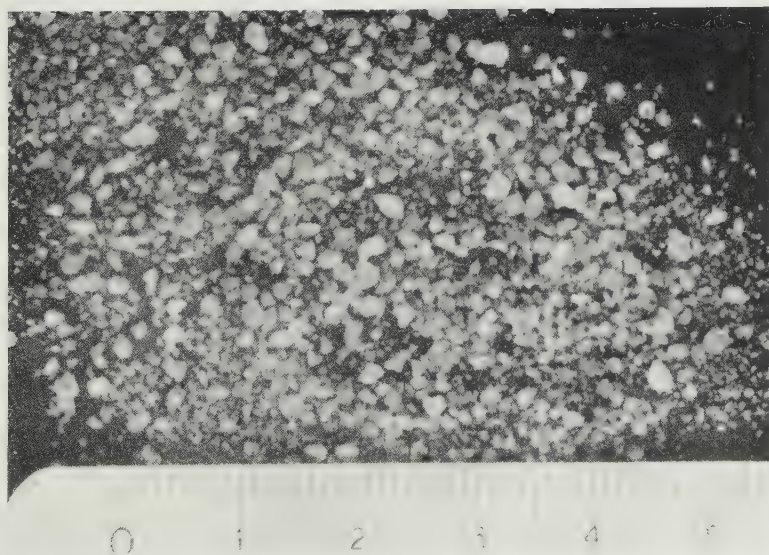
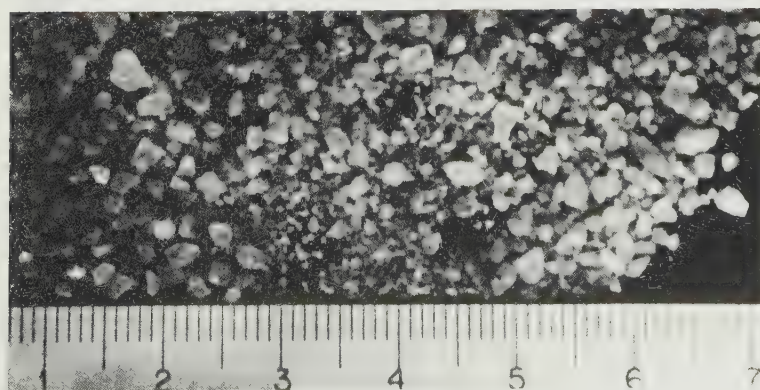
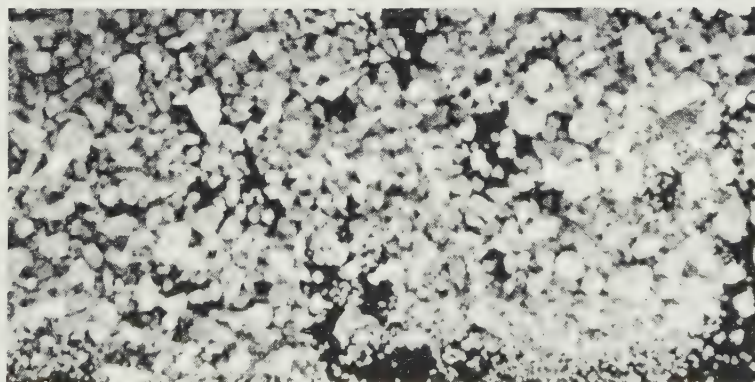
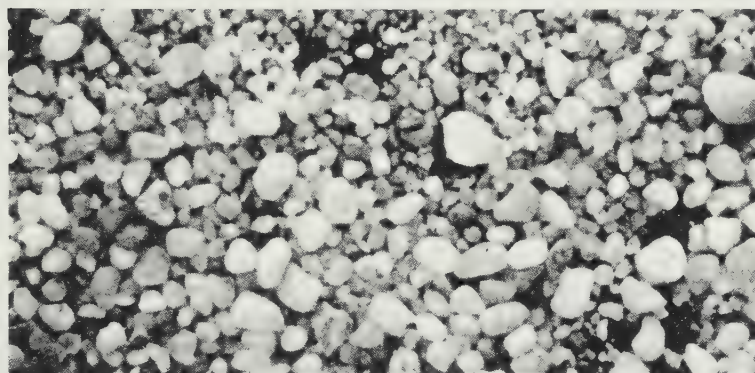
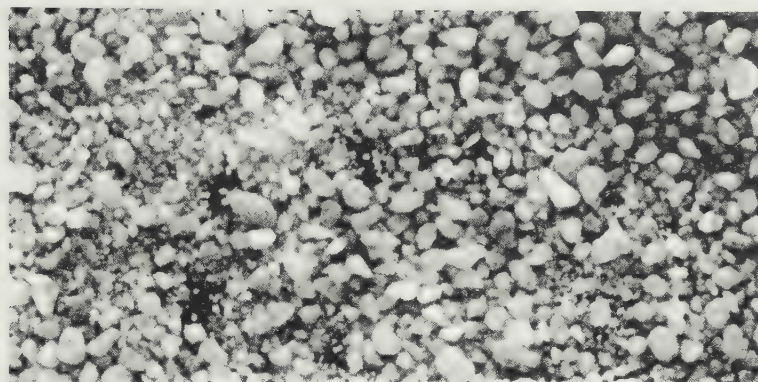
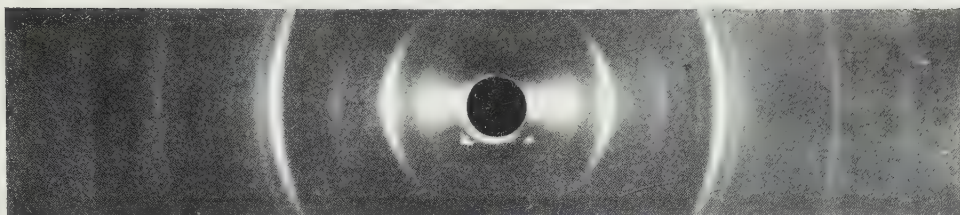


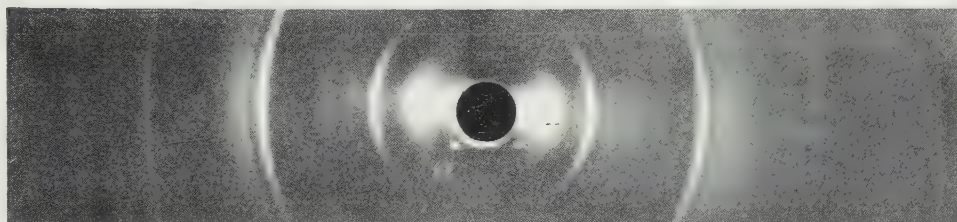
FIG. 3. — « Terre de barre » lavée de Godomey



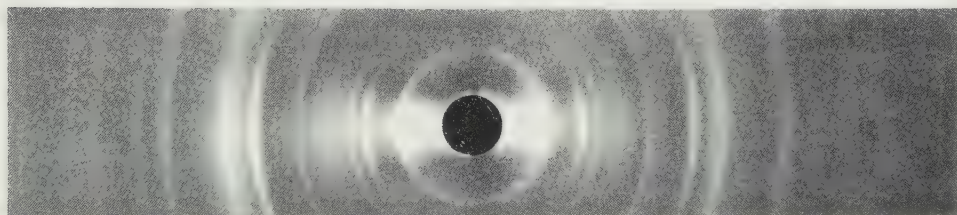
Sable du sondage de Bopa



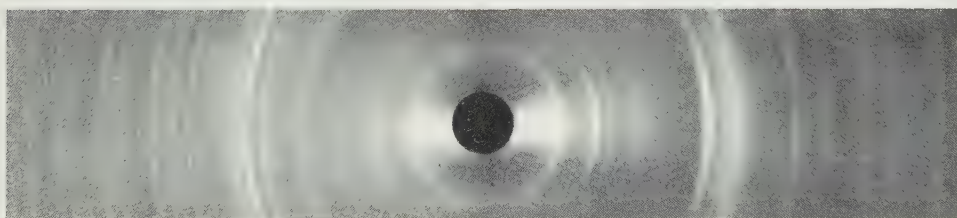
CRETACE SUPERIEUR
Ech. 465. Sondage de Bopa 325 m, K 90 %, 1 tr., Chl. tr.



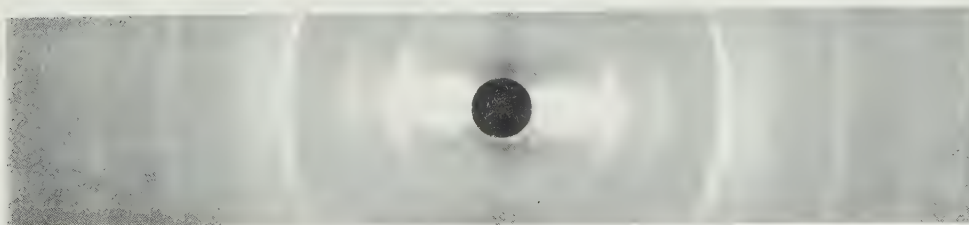
PALEOCENE INFERIEUR
Ech. 462. Sondage de Bopa 255 m, M. 60 %, A. tr., K. 40 %



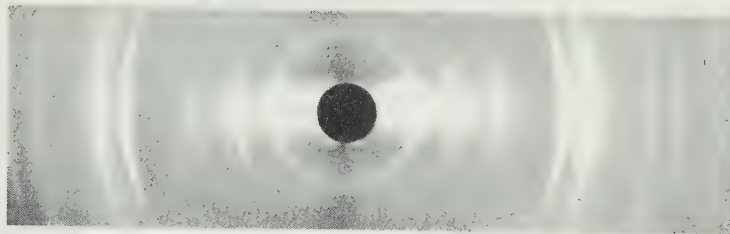
PALEOCENE SUPERIEUR
Ech. 459. Sondage de Bopa 210 m, M. 40 %, A. 50 %, K. 10 %



PALEOCENE SUPERIEUR
Ech. 628. Sondage d'Hétin sotta 360 m, M. 10 %, A. 80 %, K. 10 %

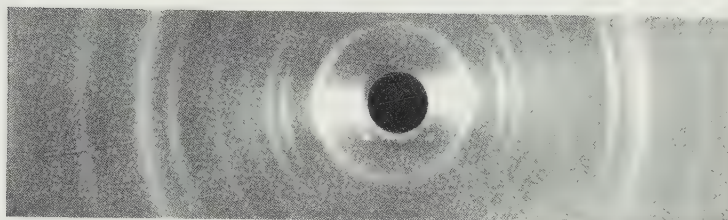


PALEOCENE SUPERIEUR
Ech. 623. Sondage d'Hétin sotta 305 m, M. 50 %, K. 50 %



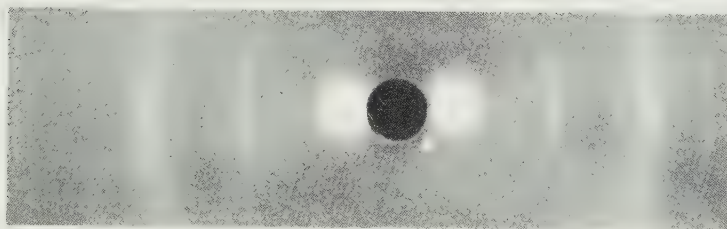
YPRESIEN

Ech. 453. Sondage de Bopa 130 m, M. 30 %, A. 30 %, K. 40 %

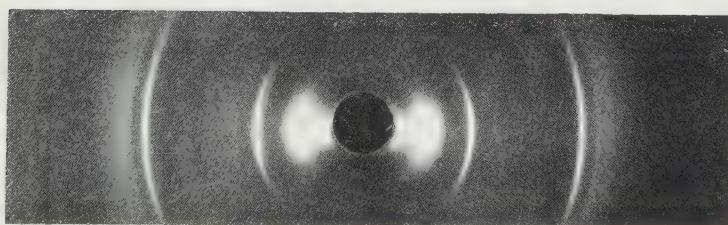


YPRESIEN

Ech. 618. Sondage d'Hétin sotta 245 m, M. 20 %, A. 70 %, K. 10 %

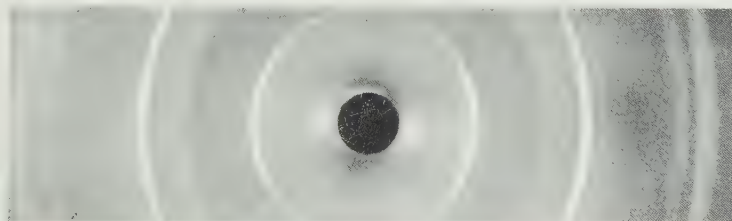


LUTETIEN



LUTETIEN

Ech. 277. Puits n° 8 (Bapodji) à 7,5 m, M. 80 %, A. 20 %, S. tr., K. tr.
Ech. 451. Sondage de Bopa 40 m, M. 60 %, K. 40 %, I. tr.



CONTINENTAL TERMINAL

Ech. 30. Puits de Ouagbo 70 m, K. 100 %

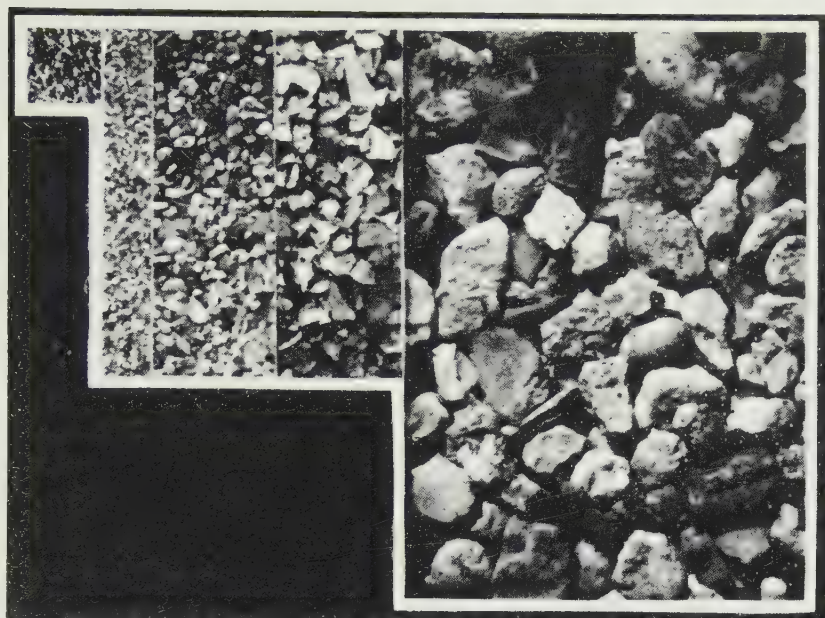


FIG. 1. — Phosphate meuble de la région de Bapodji

FIG. 2. — Conglomérat de coprolithes, $\times 1$

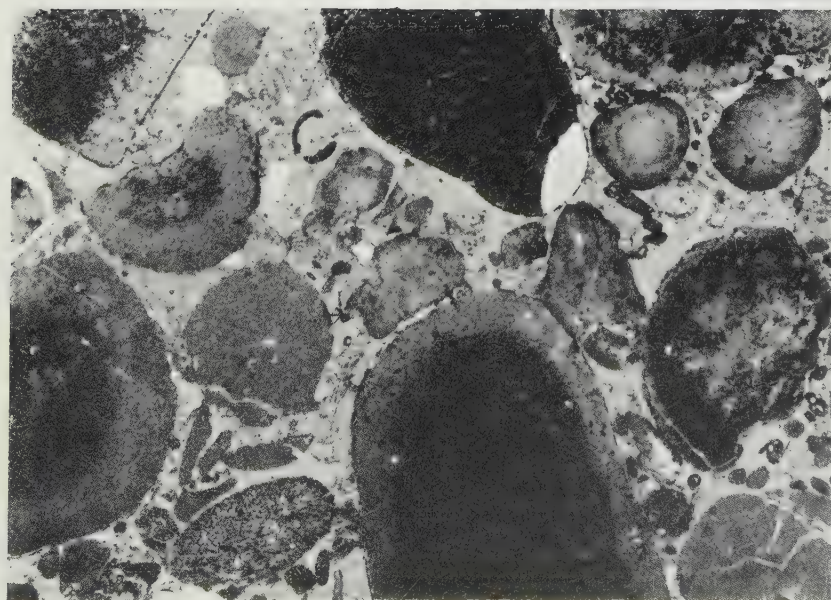
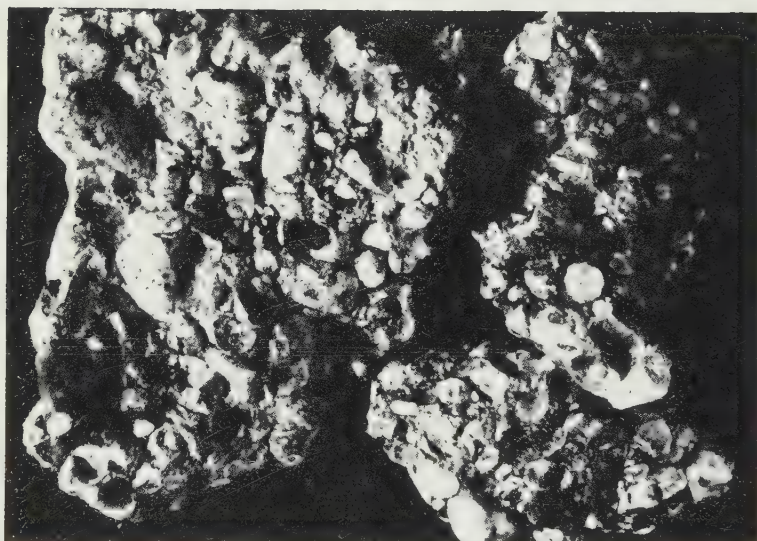


FIG. 3. — Lame mince du même échantillon, $\times 8$, L. N.
Nodules de phosphate dans un ciment de calcite, débris osseux, Foraminifères.

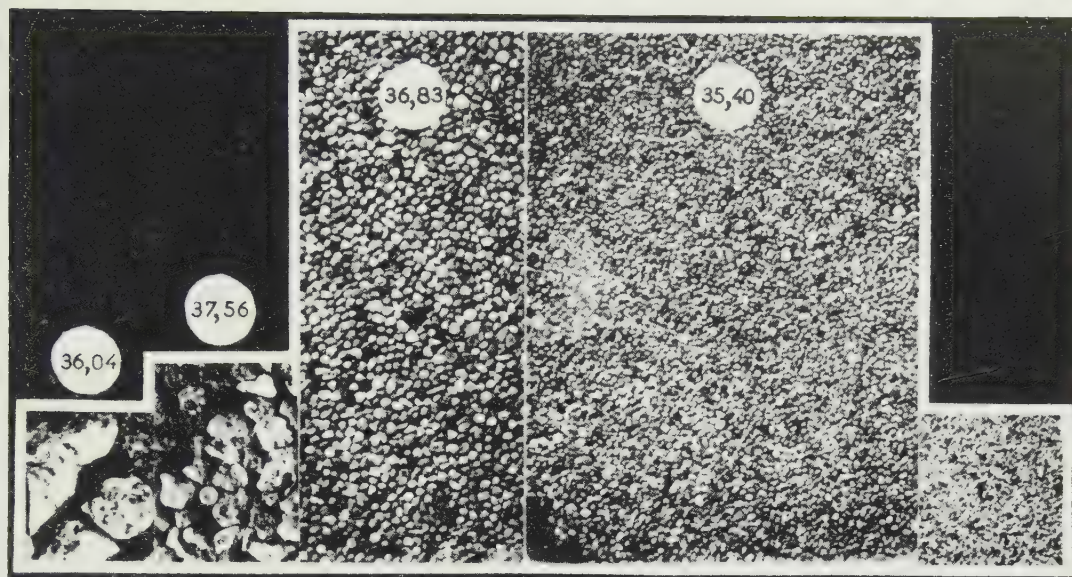


FIG. 1. — Minerais de phosphate de la région d'Hahotoé (Togo)

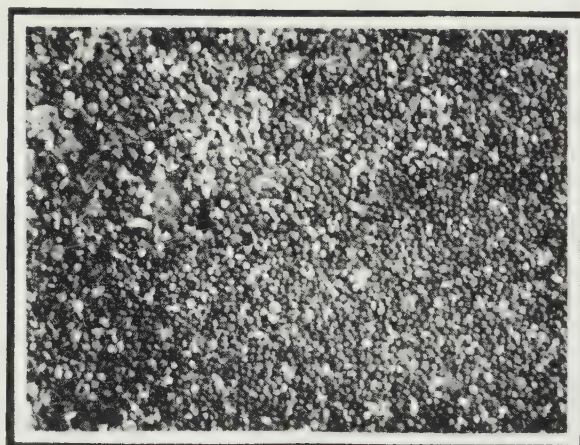


FIG. 2. — Lit de phosphate de Bopa.

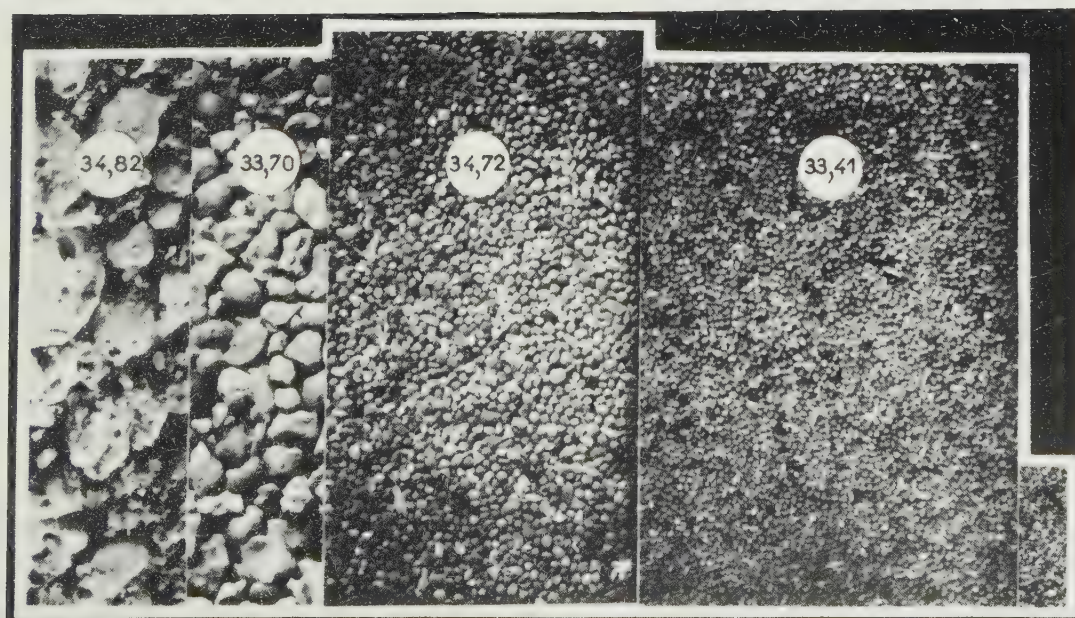


FIG. 3. — Niveau phosphaté de l'école de Lokossa

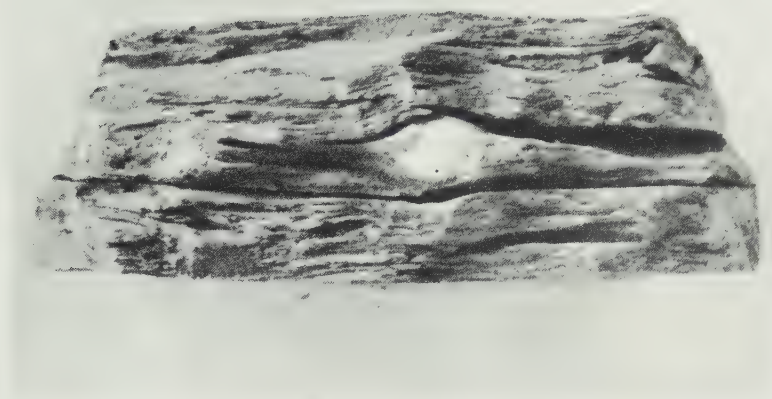


FIG. 1. — Carotte du sondage de Bopa (198 m).
Nodule de phosphate dans une argile à attapulgite, $\times 1$.



FIG. 2. — Carotte du sondage n° 1 de Lokossa, vers 40 m.
Calcaire conglomératique phosphaté à inclusions d'argile feuilletée, $\times 2/3$

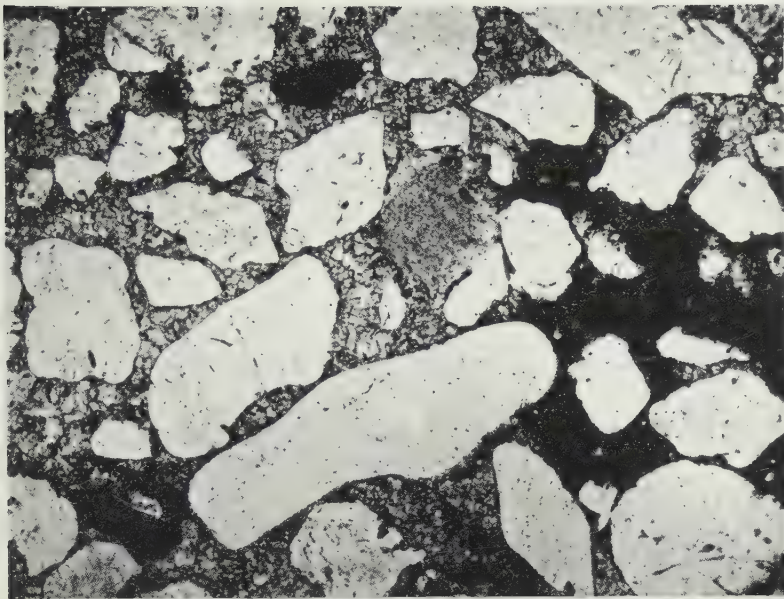


FIG. 1. — Calcaire paléocène du sondage de Bapodji, niveau fortement gréseux (vers 73 m), L.N., $\times 45$



FIG. 2. — Calcaire paléocène du sondage d'Illémon (vers 52 m), L.N., $\times 40$

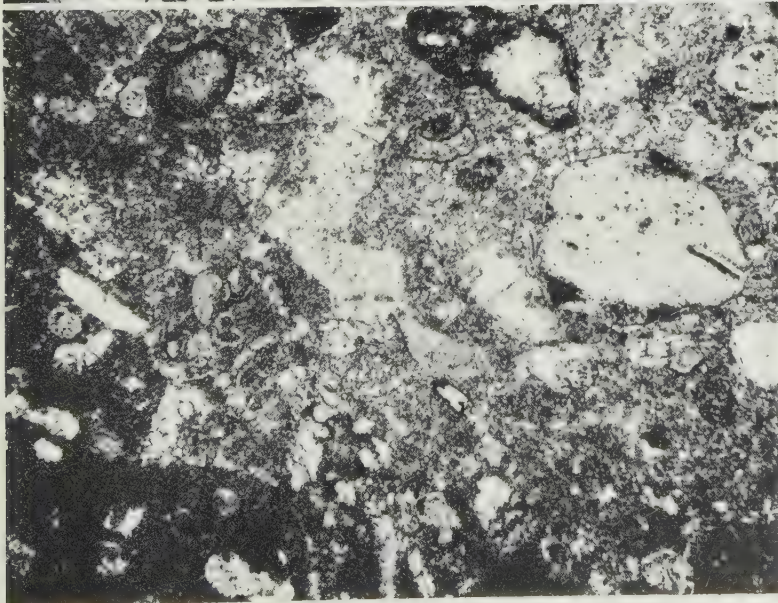


FIG. 3. — Calcaire détritique phosphaté yprésien du sondage n° 2 de Lokossa (vers 29 m), L.N., $\times 40$

TABLE DES FIGURES

FIG. 1. — Localisation de la région étudiée	14
FIG. 2. — Répartition des unités géographiques	15
FIG. 3. — Moyennes mensuelles des températures	18
FIG. 4. — Moyennes mensuelles des précipitations	19
FIG. 5. — Moyennes annuelles des précipitations	20
FIG. 6. — Moyennes mensuelles des humidités relatives	20
FIG. 7. — Cotes de la surface du socle ancien	29
FIG. 8. — Carte gravimétrique	31
FIG. 9. — Localisation des régions crétacées-éocènes étudiées	32
FIG. 10. — Position des sondages et puits de la région Kétou-Pobé	33
FIG. 11. — Sondage de Kétou	34
FIG. 12. — Sondage d'Odo Méta	36
FIG. 13. — Sondage d'Igboïdé	37
FIG. 14. — Sondage d'Issaba	39
FIG. 15. — Sondage d'Igana	41
FIG. 16. — Puits de la Section des Mines	43
FIG. 17. — Coupe structurale Kétou-Pobé	entre p. 44 et 45
FIG. 18. — Sondage de Ouinhi	46
FIG. 19. — Sondage d'Illémon	48
FIG. 20. — Coupe structurale Ouinhi-Illémon	49
FIG. 21. — Synthèse stratigraphique à la verticale de Pobé	51
FIG. 22. — Sondage d'Hétin sotta	53
FIG. 23. — Coupe structurale Kétou-Hétin sotta	54
FIG. 24. — Position des puits et sondages de l'axe Bohicon-Séhoué	55
FIG. 25. — Sondages de Bohicon	56
FIG. 26. — Sondage de Séhoué	59
FIG. 27. — Puits de recherche	61
FIG. 28. — Puits de recherche	62
FIG. 29. — Coupe structurale Bohicon-Séhoué	face p. 62
FIG. 30. — Position des puits et sondages de la région Abomey-Bopa	67
FIG. 31. — Sondage de Dénou	68
FIG. 32. — Puits de la voie ferrée	69

FIG. 33. — Puits n° 100 de Toffo	72
FIG. 34. — Synthèse stratigraphique de la région de Toffo	75
FIG. 35. — Hypothèses structurales entre Akiza et Tchito	76
FIG. 36. — Sondages d'Abomey	78
FIG. 37. — Puits de la région de Glotomé	80
FIG. 38. — Sondage de Bopa	82
FIG. 39. — Sondage de Possotomé	85
FIG. 40. — Coupe structurale Abomey-Possotomé	87
FIG. 41. — Position des puits et sondages de la région Gandjazoumé-Bopa	88
FIG. 42. — Coupe structurale Tinou-Lobogo	89
FIG. 43. — Puits n° 8 situé entre Bapodji et Lobogo	91
FIG. 44. — Sondage de Bapodji	92
FIG. 45. — Coupe structurale Gandjazoumé-Bopa	93
FIG. 46. — Situation des puits et sondages de la région Lokossa-Kpénou	94
FIG. 47. — Puits et sondages de la région de Lokossa	entre p. 95 et 96
FIG. 48. — Sondage n° 2 de Lokossa	97
FIG. 49. — Faille de Lokossa	99
FIG. 50. — Sondage n° 1 de Lokossa	101
FIG. 51. — Synthèse stratigraphique des niveaux supérieurs de la région de Lokossa	104
FIG. 52. — Sondage de Kpénou	105
FIG. 53. — Coupe structurale Lokossa-Kpénou-Sé	107
FIG. 54. — Puits du plateau d'Aplahoué	108
FIG. 55. — Puits de Locogba	110
FIG. 56. — Puits d'Azové	112
FIG. 57. — Est du Bas-Togo	113
FIG. 58. — Sondage d'Atitogon	114
FIG. 59. — Sondage d'Afagnagan	116
FIG. 60. — Sondage de Tabligbo	118
FIG. 61. — Sondages de Kouvé	119
FIG. 62. — Coupe structurale Kouvé-Atitogon	120
FIG. 63. — Sondages d'Ahépé	123
FIG. 64. — Sondage de Tchekpo	124
FIG. 65. — Plan de l'Ouest du Bas-Togo	126
FIG. 66. — Sondage de Sanguéra	128
FIG. 67. — Sondage de Porto-Novo	144
FIG. 68. — Sondage d'Allada	147
FIG. 69. — Sondage de Ouidah	150
FIG. 70. — Sondages de Calavi et de Godomey	150
FIG. 71. — Plan de Bopa	151
FIG. 72. — Puits de Bopa	152
FIG. 73. — Situation des sondages de Grand Popo	161
FIG. 74. — Sondage n° 1 de Grand Popo	161
FIG. 75. — Sondages de Grand Popo	162
FIG. 76. — Position des sondages d'Ahozon	164
FIG. 77. — Sondages d'Ahozon	165
FIG. 78. — Situation des sondages de la région de Cotonou	166
FIG. 79. — Sondages de Cotonou	167
FIG. 80. — Sondages de la vallée de l'Ouémé	170
FIG. 81. — Courbes granulométriques du puits du génie rural	182
FIG. 82. — Courbes granulométriques du puits du génie rural	182
FIG. 83. — Courbes granulométriques du sondage de Bohicon	184
FIG. 84. — Courbes granulométriques du puits de Ouagbo	187
FIG. 85. — Courbes granulométriques du sondage d'Allada	188

FIG. 86. —	Courbes granulométriques de « terre de barre »	189
FIG. 87. —	Répartition des minéraux argileux dans les sondages de Bopa et Hétin sotta	193
FIG. 88. —	Zones de répartition des faciès crétacés	220
FIG. 89. —	Position schématique des bassins crétacés-éocènes de l'Ouest africain	230
FIG. 90. —	Croquis géologique du bassin de la Nigéria	230
FIG. 91. —	Répartition des minéraux argileux dans le sondage de Grand Lahou	232

TABLE DES PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Pl. I	Fig. 1. — Sable de Bohicon.	245
	Fig. 2. — Sable lavé du sondage d'Allada.	
	Fig. 3. — « Terre de barre » lavée de Godomey.	
Pl. II	— Sable du sondage de Bopa.	247
Pl. III	— Diagrammes de rayons X.	249
Pl. IV	— Diagrammes de rayons X.	251
Pl. V	Fig. 1. — Phosphate meuble de la région de Bapodji.	253
	Fig. 2. — Conglomérat de coprolithes.	
	Fig. 3. — Id. Lame mince.	
Pl. VI	Fig. 1. — Minéral de phosphate de la région d'Hahotoé (Togo).	255
	Fig. 2. — Lit de phosphate de Bopa.	
	Fig. 3. — Niveau phosphaté de l'école de Lokossa.	
Pl. VII	Fig. 1. — Carotte du sondage de Bopa.	257
	Fig. 2. — Carotte du sondage n° 1 de Lokossa.	
Pl. VIII	Fig. 1. — Calcaire paléocène du sondage de Bapodji.	259
	Fig. 2. — Calcaire paléocène du sondage d'Illémon.	
	Fig. 3. — Calcaire détritique phosphaté de Lokossa.	

DOCUMENT JOINT

Carte géologique au 1/200 000 du bassin sédimentaire côtier du Dahomey et du Togo.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

I. — Cadre géographique	13
A. Localisation	13
B. Documents topographiques	13
C. Régions naturelles	15
D. Climat	18
E. Géographie économique et humaine	21
II. — Généralités géologiques	22
A. Historique	22
B. Organisation générale des travaux	22
C. Aperçu stratigraphique et structural	23
D. Plan de l'étude	24

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE ET STRUCTURALE

I. — Le socle ancien	27
1. Affleurements	27
2. Indications données par les puits et les sondages	27

3. Mesures électriques	28
4. Mesures sismiques	28
5. Indications données par les sondages de Bopa et Séhoué	28
6. Etudes gravimétriques	30
7. Conclusion	31
II. — Etude stratigraphique de la couverture sédimentaire	32
A. Crétacé et Eocène	32
1. Etude la région Kétou-Pobé	33
a) Etude de l'axe Kétou-Pobé	34
Sondage de Kétou	35
Sondage d'Odo Méta	35
Sondage d'Igboïdé	35
Sondage d'Issaba	38
Sondage d'Igana	40
Puits d'Adakplamé	42
Puits de Kétou	42
Puits de la Section des Mines	42
Interprétation des indications données par les sondages et les puits ..	44
b) Coupe structurale Ouinhi-Illémon	45
Sondage de Ouinhi	45
Sondage d'Illémon	47
Coupe structurale	49
c) Informations supplémentaires concernant cette partie NE du bassin ..	50
d) Synthèse stratigraphique	50
e) Corrélation entre la région de Pobé et le Sondage d'Hétin sotta	52
2. Etude de la région Bohicon-Séhoué	54
a) Puits et sondages de la région de Bohicon	54
Puits de Dan	54
Puits de Passagon	56
Sondage n° 1 de Bohicon	56
Sondage n° 2 de Bohicon	56
Puits de la région de Cana	57
b) Sondages exécutés au cours de la prospection sismique	57
c) Sondage de Séhoué	58
d) Puits de recherche	60
e) Coupe structurale	63
3. Etude de la région Abomey-Toffo-Bopa-Possotomé	66
a) Région Akiza-Toffo	68
Puits de la région d'Akiza	68
Sondage de Dénou	69
Puits situés le long de la voie ferrée Tchito-Toffo	69
Synthèse stratigraphique de la région Tchito-Toffo	74
b) Corrélations entre Akiza, Dénou et Tchito	74
c) Etude de la région située au Nord d'Akiza	76
Puits de Ouansougon	76
Puits de Kinta	76
Puits situés entre Kinta et Abomey	77
Sondages d'Abomey	77
d) Etude de la région située au Sud de Toffo	78
Puits de la région de Tchivissa	78

Puits de Ouéglé	79
Puits de la région Kadal-Togouin	79
Puits de la région Longagomey-Glotomé	79
Puits de la région d'Avakpa	80
e) Puits de Zoungbomé	81
f) Sondage de Bopa	81
g) Sondage de Possotomé	84
h) Coupe structurale Abomey-Possotomé	84
4. Le plateau de Zagnanado	86
5. Etude de la région Gandjazoumé-Bapodji-Bopa	88
a) Puits de Gandjazoumé	88
b) Puits de recherche situés entre Tinou et Lobogo	90
c) Sondage de Bapodji	92
d) Coupe structurale Gandjazoumé-Bapodji-Bopa	93
6. Etude de la région Lokossa-Kpénou	95
a) Etude de la région de Lokossa	95
1) Série stratigraphique régionale	95
2) Coupe structurale Nord-Sud	96
3) Coupe structurale NNE-SSW	100
4) Les puits H	102
5) Les puits C	102
6) Les puits S	103
7) Synthèse stratigraphique des niveaux supérieurs de la région de Lokossa	103
b) Etude de la région de Kpénou	103
1) Sondage de Kpénou	103
2) Puits situés entre Kpénou et Sé	104
c) Coupe structurale Lokossa-Kpénou-Sé	106
7. Etude du plateau d'Aplahoué	106
a) Allure du socle ancien sous les formations sédimentaires du plateau.	
b) Puits de Locogba	109
c) Puits de Toviklin	109
d) Puits situés à l'Est de Koulikamé	110
e) Puits de Dogbo Tota	110
f) Puits de Gohomé	111
g) Puits de Doumahou	111
h) Puits du marché d'Azové	111
i) Puits d'Adjahomé	111
8. Etude de l'Est du Bas-Togo	112
a) Sondage d'Atitogon	113
b) Sondage d'Afagnagan	115
c) Sondage de Tabligbo	117
d) Sondages de Kouvé	119
e) Coupe structurale Kouvé-Atitogon	119
f) Gisement de calcaire de Tokpli	121
g) Autres sondages du plateau de Kouvé	121
h) Région d'Akoumapé	123
9. Etude de l'Ouest du Bas-Togo	126
a) Sondage de Tsévié	126
b) Puits de Dalavé	127
c) Puits de Togblékové	127
d) Sondage de Sanguéra	128

e) Puits d'Akato Avoémé	129
f) Région de Bogamé	129
g) Sondage d'Agouévé	129
10. Corrélations entre les régions venant d'être étudiées	130
a) Niveaux repères	130
b) Etablissement des divisions stratigraphiques	131
c) Evolution latérale des différents niveaux	135
11. Récapitulation	136
a) Maestrichtien	136
b) Paléocène inférieur	137
c) Paléocène supérieur	137
d) Yprésien	138
e) Lutétien	138
B. Continental terminal	140
1. Etude du plateau de Sakété	140
a) Affleurements	140
b) Puits	141
c) Sondages de Porto-Novo	143
2. Etude du plateau d'Allada	144
a) Affleurements	144
b) Puits et sondages	145
3. Etude du plateau de Bopa	151
a) Puits de Bopa	151
b) Puits situés à l'Est de Bopa	153
c) Partie sud du plateau	153
d) Niveaux gréseux	154
4. Formations continentales de la région de Lokossa	154
5. Le plateau de Vogan-Atitogon	154
6. Le plateau d'Agouévé	156
7. Essai d'interprétation	158
a) Existence de deux termes dans la série	158
b) Conclusions	160
C. Formations littorales et alluvionnaires	160
1. Formations littorales	160
a) Sondages de Grand Popo	160
b) Sondage de Guézin	163
c) Sondages d'Ahozon	164
d) Sondages de Cotonou	166
e) Conclusion	168
2. Formations alluvionnaires	169
a) Niveaux superficiels	169
b) Sondages	169
c) Conclusion	172
D. Conclusions	173
1. Echelle stratigraphique du bassin	173
2. Esquisse structurale	174
3. Carte géologique au 1/200 000	175

TROISIÈME PARTIE
ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

I. — Roches siliceuses détritiques	179
A. Méthodes d'étude	179
1. Classification utilisée	179
2. Granulométrie	180
3. Morphoscopie	180
B. Echantillons du Crétacé supérieur	181
1. Puits du génie rural à Kétou	181
2. Sondage n° 2 de Bohicon	183
3. Sondage de Bopa	184
C. Echantillons du Continental terminal	185
1. Puits E de Bopa	185
2. Puits de Ouagbo aliho	186
3. Sondage d'Allada	188
4. « Terre de barre » de Godomey	189
5. « Terre de barre » de Bohicon	190
II. — Roches argilo-marneuses	190
A. Crétacé supérieur	190
B. Eocène	193
1. Sondages de Bopa et d'Hétin sotta	193
2. Sondages d'Afagnagan	194
3. Sondage d'Illémon	194
4. Autres résultats	195
5. Faciès des roches argilo-marneuses de l'Eocène	195
6. Analyses chimiques	196
C. Continental terminal	197
III. — Roches phosphatées	197
A. Yprésien	197
B. Base du Lutétien	198
C. Partie supérieure du Lutétien	200
IV. — Relations entre le phosphate et les minéraux argileux	203

V. — Roches calcaires	205
A. Paléocène inférieur	205
B. Yprésien	207
VI. — Conclusion	208

QUATRIÈME PARTIE

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN

I. — Méthodes	211
A. Utilisation de la faune	211
B. Utilisation individuelle des faciès	212
C. Utilisation des successions de faciès	213
D. Conclusion	219
II. — Interprétations paléogéographiques	219
A. Maestrichtien	219
B. Paléocène inférieur	221
C. Paléocène supérieur	222
D. Yprésien	222
E. Lutétien	223
F. Période postérieure au Lutétien	224
G. Récapitulation	226

CINQUIÈME PARTIE

CONCLUSION GÉNÉRALE

A. Comparaison avec le Bassin de la Nigéria	229
B. Comparaison avec le Bassin de Côte d'Ivoire	231
C. Comparaison avec le Bassin du Sénégal	233
D. Comparaison avec le Bassin du Soudan oriental	234
E. Conclusion	235
Bibliographie	237
Planches hors-texte	243
Table des figures	261
Table des planches photo	263

DEUXIÈME THÈSE

Proposition donnée par la Faculté :

HYDROGÉOLOGIE DU BAS DAHOMEY ET DU BAS TOGO

VU ET APPROUVÉ,

Le Doyen de la Faculté des Sciences :

VU ET PERMIS D'IMPRIMER,

Le Recteur de l'Académie de Nancy :

